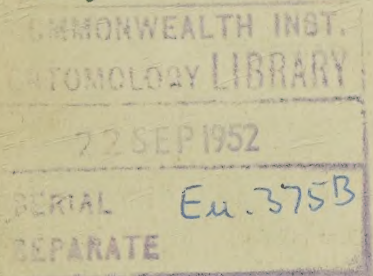


EXD.

HÖFCHEN-BRIEFE

»Bayer« PFLANZENSCHUTZ-NACHRICHTEN



5
~

1952/2

VERÖFFENTLICHUNGEN DER »Bayer«-PFLANZENSCHUTZ-ABTEILUNG
LEVERKUSEN UND HÖFCHEN

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Dr. G. Schrader: Die Entwicklung neuer Insektizide auf Grundlage organischer Fluor- und Phosphor-Verbindungen . . .	45
2. Dr. K. Hauptfleisch: Ertragssteigerungsversuche auf Kupfermangelböden .	58
3. Prof. Dr. O. Jancke: Weitere Untersuchungen über den Birnprachtkäfer und seine Bekämpfung	63
4. Dr. E. Schmidt: Bekämpfung der Pfirsichblattlaus in Kartoffel- beständen	75
5. Dipl.-Gärtner Gerhard H. C. Bosse: Versuche mit einem neuartigen Schädlingsbekämp- fungsmittel im Gartenbau	81
6. Eugen Vogt: Die Bekämpfung der Blattrandkäfer (Sitona-Arten) mit verschiedenen Stäubemitteln	89

Nachdruck gestattet



FARBENFABRIKEN BAYER
Verkauf Pflanzenschutz
LEVERKUSEN

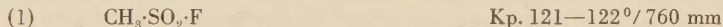
Die Entwicklung¹ neuer Insektizide auf Grundlage organischer Fluor- und Phosphorverbindungen

Von Dr. Gerhard Schrader

(Eigenreferat des Verfassers)

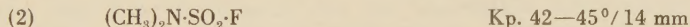
Die Geschichte der synthetischen Insektizide beginnt mit der Erkenntnis der kontaktinsektiziden Wirkung des 4,4'-Dichlor-diphenyltrichloräthans² („DDT“). Bis zum Auffinden des „DDT“ waren Präparate pflanzlichen Ursprungs wie z. B. Nikotin, Rotenon, Pyrethrin usw. die gebräuchlichen Insektizide.

Seit dem Jahre 1934 beschäftigte sich der Verfasser, einer Anregung Otto Bayers folgend³, mit der Herstellung und der möglichen Verwendung organischer Fluorverbindungen als Schädlingsbekämpfungsmittel. Das erste Produkt, das eine praktische Verwendungsmöglichkeit erkennen ließ, war das Methansulfosäurefluorid⁴:



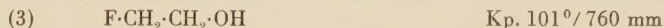
Dieses zu etwa 5 % in Wasser lösliche Fluorid zeigt eine starke Gaswirkung in geschlossenen Räumen gegen praktisch alle Insekten. Das Fehlen einer kontaktinsektiziden Wirkung und die unangenehmen toxischen Eigenschaften bei Warmblütern verhinderten aber bisher einen praktischen Gebrauch dieses nicht brennbaren, leicht zugänglichen Insektizids.

Auch die vielen hergestellten Derivate des Methansulfosäurefluorides, von denen zunächst die Verbindung (2) interessant⁵ erschien:



führten zu keinem Erfolg.

Viel Arbeit wurde auf die Herstellung des β -Fluoräthylalkohols (3) und seiner Derivate⁶ verwendet:



Unter den Estern, Äthern, Aminen und Urethanen des β -Fluoräthylalkohols finden sich Vertreter mit einer ausgesprochenen kontaktinsektiziden Wirkung. Die schwere Zugänglichkeit des β -Fluoräthylalkohols und die starke toxische Wirkung des Alkohols gegen Warmblüter standen aber bisher einer praktischen Verwendung hindernd im Wege.

¹ Monographie Nr. 62 zu „Angewandte Chemie und Ingenieur-Technik“, Verlag Chemie, Weinheim/Bergstraße, 1951.

² P. Läger, H. Martin, P. Müller, Helv. Chim. Acta 27, 892 (1944).

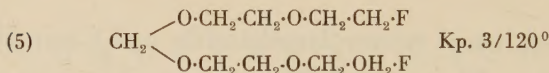
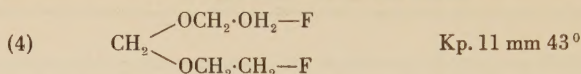
³ Leiter des Wiss. Hauptlabors der Farbenfabriken Bayer, Leverkusen.

⁴ Verwendungspatent: G. Schrader, O. Bayer, H. Kükenthal; DRP 664 062.

⁵ Herstellungspatent: G. Schrader, O. Bayer; DRP 667 544.

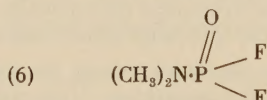
⁶ Vgl. BIOS Final Report Nr. 1095, 30 (1947).

Es sei lediglich erwähnt, daß die 1935 synthetisierten Methylale (4 und 5):



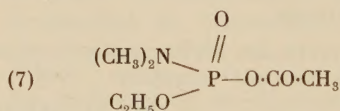
eine ausgesprochene „systemische“ Wirkung bei lebenden Pflanzen entfalten⁷! Die sehr starke toxische Wirkung dieser neuen Substanzen auf Warmblüter schließt aber eine praktische Verwendung der Fluormethylale aus.

In den Kreis der Untersuchungen wurden auch bestimmte Phosphorsäurefluoride gezogen, wie z. B. (6):



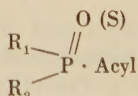
Beim systematischen Durcharbeiten des ganzen Gebietes konnte festgestellt werden, daß in der Reihe der organischen Phosphorverbindungen die kontaktinsektiziden Wirkungen einer Anzahl neuentwickelter Phosphorsäure-Ester nicht an das Vorhandensein von Fluor in der Molekel geknüpft ist.

Die erste fluorfreie Phosphorverbindung mit deutlicher kontaktinsektizider Wirkung wurde 1937 hergestellt. Es handelte sich um das gemischte Säureanhydrid⁸ der Dimethylamino-äthyl-phosphorsäure und der Essigsäure folgender Konstitution:



Die Herstellung⁹ und Verwendung¹⁰ dieser neuen Stoffklasse wurde unter Patentschutz gestellt.

Beim genauen Betrachten der Formel (7) läßt sich folgendes allgemeines Schema aufstellen:



Das Schema besagt: Phosphorverbindungen mit kontaktinsektiziden Eigenschaften werden erhalten, wenn am Zentralatom Phosphor neben doppelt-

⁷ Beobachtet wurde die systemische Wirkung an den von G. Schrader hergestellten Verbindungen von H. Kükenthal im Biologischen Institut Leverkusen.

⁸ G. Schrader, BIOS Final Report 714,22 (1947),

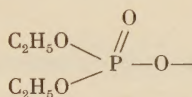
„ BIOS Final Report 1808,14 (1947).

⁹ Herstellung: G. Schrader, Anm. J. 57 764 IVa/120, Geh. P. 169/39.

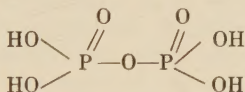
¹⁰ Verwendung: G. Schrader und H. Kükenthal, J. 57 029 IVa/45c, Geh. P. 155/39.

gebundenem Sauerstoff (oder Schwefel) zwei gleiche oder verschiedene Substituenten (Alkoxylgruppen oder der Rest einer sekundären Base) vorhanden sind.

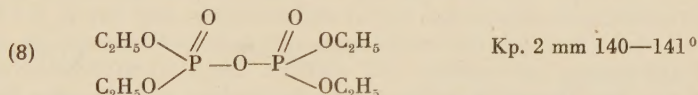
Bei der Abwandlung der Acylgruppe wurden unter anderem auch die Reste substituierter Phosphorsäuren wie z. B. der Rest der Diäthylphosphorsäure:



in das obige Schema eingefügt. Dabei entstehen Derivate der Pyrophosphorsäure:

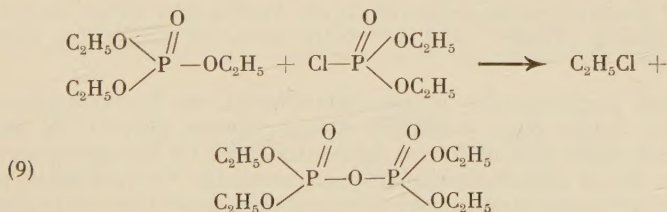


Von den vielen hergestellten Verbindungen dieser Art fiel vor allem der Pyrophosphorsäure-tetraäthylester:



durch seine sehr starke kontaklinsektizide Wirkung¹¹ auf. Zu einer praktischen Verwendung des in seiner Wirkung bereits im Jahre 1938 erkannten Pyrophosphorsäure-tetraäthylesters (im Auslande wird diese Verbindung mit den Buchstaben „TEPP“ gekennzeichnet) kam es nicht, da die eingereichte Verwendungsanmeldung 1939 vom Heereswaffenamt als „Geheim“ erklärt wurde. Alle Bemühungen der ehemaligen I. G. Farbenindustrie, den Pyrophosphorsäure-tetraäthylester vom Heereswaffenamt für die Zwecke der gewerblichen Verwendung als Pflanzenschutzmittel freizubekommen, schlugen bis Ende des Krieges fehl.

Hergestellt wurde der Pyrophosphorsäure-tetraäthylester nach einer neuen Synthese aus 0,0,0-Triäthylphosphat und Diäthylphosphorsäurechlorid:



In einem Rührkolben von 250 ccm Inhalt werden 36,4 g Triäthylphosphat auf 140° erwärmt. Bei dieser Temperatur fließen aus einem Tropftrichter in 3 Minuten unter Rühren 34,5 g Diäthylphosphorsäuremonochlorid zu. Das Reak-

¹¹ Verwendungspatent: G. Schrader und F. Hellrung, J. 62 091 IVa/45c, Geh. P. 643/39.

tionsprodukt wird nach 7–10 Minuten auf 140° gehalten und dann in einer Schliffapparatur bei einem Druck von 2 mm Hg destilliert. Es werden 28 g Phosphorsäure-tetraäthylester erhalten vom Kp. 2/139–143°. Ausbeute 48 % d. Th.

$C_8H_{20}O_7P_2$ (290)	ber. C 33,12 %	gef. C 33,23 %
	H 6,89 %	H 6,79 %
	Äthoxyl 62,06 %	Äthoxyl 61,8 %

Eigenschaften des Pyrophosphorsäure-tetraäthylesters

Der Pyrophosphorsäure-tetraäthylester (9) ist eine angenehm riechende, in jedem Verhältnis mit Wasser mischbare Flüssigkeit. Beim Stehen an der Luft zieht der Ester schnell Wasser an. Er wird dadurch teilweise verseift und reagiert infolgedessen stark sauer. Unter einem Druck von 2 mm Hg läßt sich der Ester ohne wesentliche Zersetzung destillieren (bei 140–142°). Bei Temperaturen über 170° zersetzt sich der Ester unter Abspaltung von Äthylen. Das spezifische Gewicht des Esters bei 20° bezogen auf Wasser von 4° beträgt 1,184. Der Brechungsindex bei 20° hat den Wert $n_D^{20} = 1,4230$ (E. Merkel).

Der Pyrophosphorsäure-tetraäthylester ist ein starkes Gift für Warmblüter (E. Groß)¹². Der Wert an der weißen Maus beträgt subkutan 0,75 mg/kg. Der Wirkungsmechanismus des Giftes wurde bereits 1939 von E. Groß erkannt. E. Groß stellte fest, daß im Pyrophosphorsäure-tetraäthylester ein sehr starkes, die Cholinesterase hemmendes Gift vorliegt. Die starken pupillenverengenden Wirkungen des Pyrophosphorsäure-tetraäthylesters wurden vom Verfasser bei seinen experimentellen Arbeiten festgestellt und von E. Groß quantitativ verfolgt.

Der Pyrophosphorsäure-tetraäthylester entwickelt bereits in einer wäßrigen Verdünnung von 0,01–0,001 % sehr starke kontaktinsektizide Eigenschaften gegen Blattläuse der verschiedensten Art, gegen junge Raupen und gegen die Rote Spinne. Allerdings müssen die hergestellten Spritzlösungen sofort verspritzt werden, da die hydrolytische Spaltung des Esters so schnell einsetzt, daß nach zwei Stunden nur noch ca. die Hälfte der Anfangskonzentration vorhanden ist.

Erst 1945 wurden die Eigenschaften des Pyrophosphorsäure-tetraäthylesters durch Befragen des Verfassers dem Auslande bekannt¹³. Industriegruppen in USA und England nahmen daraufhin die Fabrikation dieses Esters auf. Unter der Abkürzung „TEPP“ wird der Ester heute im Schrifttum des Auslandes angeführt¹⁴.

Bei der ungenügenden Wasserbeständigkeit des Pyrophosphorsäure-tetraäthylesters wurde nach stabileren Abkömmlingen gesucht. Es gelang, durch Substitution einer oder mehrerer Äthoxylgruppen im Pyrophosphorsäure-tetraäthylester durch Dimethylaminogruppen neuartige Verbindungen herzustellen, die bei guter kontaktinsektizider Wirkung eine wesentlich verbesserte Wasserbeständigkeit zeigten.

¹² Vgl. auch W. Wirth: „Zur Pharmakologie der Phosphorsäureester“, Naunyn-Schmiedeberg's Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakologie 207, 547 (1949).

¹³ Vgl. G. Schrader: The Development of Insecticides, BIOS Final Report 714 (1947).

¹⁴ Chem. Eng. News 26, 2356 (1948).

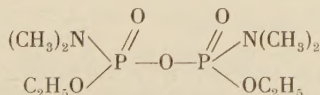
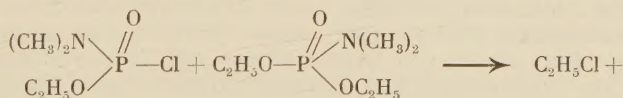
Pyrophosphorsäure-Verbindungen mit 1—4 Dimethylaminogruppen

Nach der bei der Herstellung des Pyrophosphorsäure-tetraäthylesters beschriebenen Synthese (Einwirken eines substituierten Phosphorsäuremonochlorids auf den entsprechenden Phosphorsäurealkylester bei erhöhter Temperatur) lassen sich grundsätzlich die Pyrophosphorsäure-esteramide und Amide 10—14 herstellen.

Tabelle 1

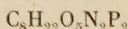
	Zusammensetzung	Kp.	Wasserlöslichkeit
(10)	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \\ (\text{CH}_3)_2\text{N} \text{---} \text{P} \text{---} \text{O} \text{---} \text{P} \text{---} \text{OC}_2\text{H}_5 \\ \diagup \quad \diagdown \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{C}_2\text{H}_5\text{O} \quad \text{OC}_2\text{H}_5 \end{array}$	2/138—139°	wasserlöslich
(11)	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \\ (\text{CH}_3)_2\text{N} \text{---} \text{P} \text{---} \text{O} \text{---} \text{P} \text{---} \text{OC}_2\text{H}_5 \\ \diagup \quad \diagdown \quad \diagup \quad \diagdown \\ (\text{CH}_3)_2\text{N} \quad \text{OC}_2\text{H}_5 \end{array}$	2/147°	begrenzt wasserlöslich
(12)	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \\ (\text{CH}_3)_2\text{N} \text{---} \text{P} \text{---} \text{O} \text{---} \text{P} \text{---} \text{N}(\text{CH}_3)_2 \\ \diagup \quad \diagdown \quad \diagup \quad \diagdown \\ \text{C}_2\text{H}_5\text{O} \quad \text{OC}_2\text{H}_5 \end{array}$	3/137°	begrenzt wasserlöslich
(13)	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \\ (\text{CH}_3)_2\text{N} \text{---} \text{P} \text{---} \text{O} \text{---} \text{P} \text{---} \text{N}(\text{CH}_3)_2 \\ \diagup \quad \diagdown \quad \diagup \quad \diagdown \\ (\text{CH}_3)_2\text{N} \quad \text{OC}_2\text{H}_5 \end{array}$	3/145°	wasserlöslich
(14)	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \\ (\text{CH}_3)_2\text{N} \text{---} \text{P} \text{---} \text{O} \text{---} \text{P} \text{---} \text{N}(\text{CH}_3)_2 \\ \diagup \quad \diagdown \quad \diagup \quad \diagdown \\ (\text{CH}_3)_2\text{N} \quad \text{N}(\text{CH}_3)_2 \end{array}$	2/142° Fp. 20°	wasserlöslich

Als Beispiel für die Herstellung der Stoffklasse 10—14 sei die Darstellung des Esteramids 12 (Pyrophosphorsäure-diäthylester-di-dimethylamid) beschrieben:



In einem Rührkolben von 250 ccm Inhalt werden 36,2 g Diäthylphosphorsäure-dimethylamid auf 140° erwärmt. Innerhalb von 3 Minuten gibt man

nun bei 140° 35 g Äthyl-Chlorphosphorsäure-dimethylamid hinzu und erwärmt noch 7 Minuten auf 140–145°. Beim Destillieren des Rohproduktes unter einem Druck von 2 mm Hg geht der neue Ester bei 133–136° über. 21 g; Ausbeute 36 % d. Th.



(289)

ber. N 9,72 %

gef. N 9,61 %

Eigenschaften der stickstoffhaltigen Derivate des Pyrophosphorsäure-tetraäthylesters

Die stickstoffhaltigen Derivate des Pyrophosphorsäure-tetraäthylesters sind wasserlösliche, farblose Flüssigkeiten, die sich unzersetzt im Vakuum bei einem Druck von 1–3 mm destillieren lassen. Die toxischen Daten subkutan an der weißen Maus bewegen sich zwischen 3–18 mg/kg (G. Hecht). Gegenüber dem Pyrophosphorsäure-tetraäthylester (toxische Dosis an der weißen Maus: 0,75 mg/kg) tritt demnach durch die Einführung von Dimethylaminogruppen eine wesentliche Entgiftung ein. Bei Blattläusen der verschiedensten Art wirken die Verbindungen 10–14 100%ig abtötend beim Spritzen mit wäßrigen Sprays, die die wirksame Substanz in einer Konzentration von 0,2–0,05 % enthalten.

Die interessanteste Eigenschaft der vorliegenden Stoffklasse ist aber zweifellos ihre starke innertherapeutische (systemische) Wirkung bei lebenden Pflanzen. Diese Beobachtung machte der Verfasser zusammen mit H. Kücken¹⁵ in den Jahren 1939–1941. Es zeigte sich die überraschende Tatsache, daß lebende Pflanzen sowohl durch die Wurzeln wie auch mit den Blättern aus den wäßrigen Lösungen und Sprays, die die Wirkstoffe 10–14 enthalten, die aktiven Substanzen aufnehmen. Diese Wirkstoffe lassen sich dann dadurch in den Pflanzen nachweisen, daß im Verlauf von 3–4 Wochen saugende Insekten an derart vorbehandelten Pflanzen eingehen. Die systemische Wirkung der neuen Mittel an lebenden Pflanzen konnte durch mehrfaches Nacharbeiten von ausländischen Forschern¹⁶ bestätigt werden.

Von englischer Seite¹⁷ wird heute die Verbindung 14, das Octamethyltetraphosphorsäureamid unter den Namen „Pestox III“, „OMPA“ oder „Schradan“ in den Handel gebracht. In Deutschland wurde die Herstellung und Verwendung der Verbindung 14 1942 unter Patenschutz gestellt¹⁸.

Ester von Polyphosphaten (Bladane)

Da die Ester der Pyrophosphorsäuren hydrolytisch gespalten werden und außerdem technisch nicht ganz leicht zu gewinnen sind, wurde nach einfacher herstellbaren Verbindungen dieser Körperklasse gesucht. Bei dem Studium der Einwirkung von Säurechloriden auf Triäthylphosphat (Seite 47) wurde bei der Verwendung von Phosphoroxychlorid eine interessante Beobachtung gemacht. Es stellte sich heraus, daß 1 Mol Phosphoroxychlorid unter

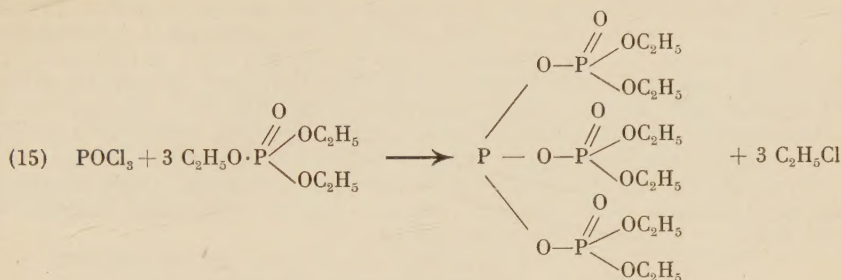
¹⁵ BIOS Final Report 1095, 45 (1947).

¹⁶ Discovery 9, Nr. 6, 165–166 (1948); B. A. Kilby, Research 2, 422 (1949), H. Martin, Mfg. Chemist 20, 158–165 (1949). W. R. Ripper, R. M. Greenslade u. G. S. Hartley, Bull. of Entomol. Research 40, 481–501 (1950).

¹⁷ Pest Control Ltd., Cambridge.

¹⁸ G. Schrader, Anm. J. 70 160 IVa/451 vom 8. 4. 1942.

den gewählten Bedingungen mit 3 Molen Triäthylphosphat in folgender Weise reagiert:



Unter der angeführten Strukturformel wurde die Herstellung der Verbindung 15 1942 veröffentlicht¹⁹. Das Kondensationsprodukt 15 zeigte starke kontakt-insektizide Wirkungen. 1943 wurden von der I. G. Farbenindustrie Leverkusen die Vorarbeiten zur technischen Herstellung dieser Verbindung aufgenommen. Anfang 1944 kam das neue Insektizid unter dem Namen „Bladan“ als vollwertiger Ersatz für Nikotin in den Handel.

Das neue Insektizid „Bladan“ kann mit einfachen technischen Hilfsmitteln diskontinuierlich²⁰ oder kontinuierlich²¹ in praktisch quantitativer Ausbeute aus Triäthylphosphat und Phosphoroxychlorid oder aus Phosphoroxychlorid und Äthylalkohol²² gewonnen werden. Das gegen Blattläuse der verschiedensten Art, gegen die Rote Spinne und junge Raupen wirksame „Bladan“ wird durch Wasser hydrolytisch gespalten. Als Spaltprodukte lassen sich Pyrophosphorsäure-tetraäthylester und Diäthylphosphorsäure nachweisen.

Nach der Auslieferung aller Unterlagen für die Herstellung von „Bladan“ an die Alliierten im Jahre 1945 entstand eine Fülle von Arbeiten über dieses neue Gebiet in der ganzen Welt. Im Verlaufe dieser Arbeiten wurde erkannt, daß „Bladan“ (Hexaäthyltetraphosphat) ein in seiner Zusammensetzung zwar gleichmäßig anfallendes Produkt, aber kein chemisches Individuum²³ ist. Der wirksame Bestandteil des „Bladans“ ist der Pyrophosphorsäure-tetraäthylester, der je nach der Methode der Herstellung in größeren oder geringeren Mengen in dem mit „Bladan“ bezeichneten Präparat vorhanden ist.

Es ist zur Gewohnheit²⁴ geworden, ein technisches Gemisch, das bis zu 20 % Pyrophosphorsäure-tetraäthylester enthält, als Hexaäthyltetraphosphat (HETP) zu bezeichnen. Dagegen werden Wirkstoffgemische, die über 40 % Pyrophosphorsäure-tetraäthylester enthalten, als Tetraäthylpyrophosphat bezeichnet (TEPP).

Der Hydrolyseverlauf von „HETP“ und „TEPP“ wurde von J. A. A. Ketelaar und A. N. Bloksam²⁵ untersucht. Technische Herstellungsmethoden für

¹⁹ DRP 720 577 vom 12. 5. 1942; Erfinder: G. Schrader. US-Patent 2 336 302. — Die Verwendungsanmeldung für „Bladan“ wurde 1938 eingereicht; Erfinder: G. Schrader und H. Kükenthal. Sie führte zu dem Geheimpatent 324/39.

²⁰ CIOS Nr. 24, File-Nr. XXIII—20, 8 (1945). — CIOS Nr. 24, File-Nr. XXVI—73, 10 (1945).

²¹ FIAT Final Report Nr. 949, 16 (1946).

²² J. T. Thurston, FIAT Final Report 949, 17 (1949).

²³ S. A. Hall, M. Jacobson, Ind. Eng. Chem. Industrial Edition 40, 694—699 (1948).

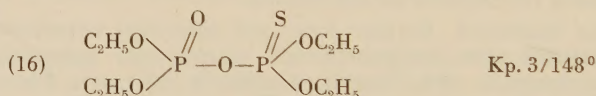
²⁴ B. A. Kilby, Research, 2, 419 (1949).

²⁵ Recueil 67, 665—667 (1948).

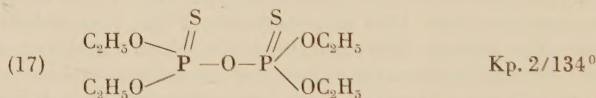
„Bladan“ wurden vorwiegend von W. H. Woodstock²⁶ ausgearbeitet. Das nach dem Verfahren des DRP 720 572 hergestellte „Bladan“ ist eine hygroskopische, strohgelbe bis bräunliche viskose Flüssigkeit, die sich in jedem Verhältnis mit Wasser mischt. „Bladan“ löst sich in vielen organischen Flüssigkeiten, wie z. B. in Benzol, Toluol, Chlorbenzol usw. Es löst sich nicht in Petroleum und Ligroin. Das spezifische Gewicht bei 20° beträgt 1,271. Bei Temperaturen über 170° zersetzt sich „Bladan“ unter Entwicklung von Äthylen. „Bladan“ ist ein auf Warmblüter schnell wirkendes, starkes Gift. Subkutan wirken 2—3,5 mg/kg an der weißen Maus in wenigen Minuten tödlich (G. Hecht). „Bladan“ wird zur Bekämpfung von Insekten mit Wasser im Verhältnis 1:1000 verdünnt. Wäßrige Lösungen von „Bladan“ müssen schnell verbraucht werden, da auch „Bladan“ nicht hydrolysebeständig ist.

Wasser- und kalkbeständige „Bladane“

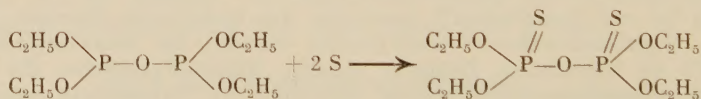
„Bladan“ ist genau so wie der Pyrophosphorsäure-tetraäthylester der Hydrolyse unterworfen. Erst durch die systematische Entwicklung bestimmter Thio-Phosphorsäure-Verbindungen gelang die Darstellung von wasser- und alkalibeständigen neuen Insektiziden. Während im Monothiopyrophosphorsäure-tetraäthylester²⁷:



bereits eine gegen hydrolytische Einflüsse²⁸ beständige Verbindung vorliegt, wurde mit der Herstellung des Diithiopyrophosphorsäure-tetraäthylesters (17) eine Substanz erhalten, die sowohl in wäßrigen wie in alkalischen Medien weitgehend stabil ist. Der neue Ester 17:



wurde durch Anlagern von Schwefel²⁹ an den von A. E. Arbusow und B. A. Arbusow³⁰ hergestellten Tetraäthylester der pyrophosphorigen Säure gewonnen:



Der Ester 17 ist eine farblose bis schwach gelbe, leicht bewegliche Flüssigkeit vom Kp. 2/134°. Das spezifische Gewicht des Esters bei 20° beträgt 1,1901, während der Brechungsexponent n_D^{20} den Wert 1,4790 besitzt (E. Merkel). Der Ester 17 ist ein ausgezeichnetes Kontaktinsektizid, das auch in Kombination mit den verschiedensten alkalisch reagierenden Pflanzenschutzmitteln An-

²⁶ USA-Patent 2 402 703.

²⁷ A. E. Arbusow u. B. A. Arbusow, C 1931 II, 217.

²⁸ H. Coates, Ann. appl. Biol. 36, 156—159 (1949).

²⁹ Die Darstellung wurde vom Verfasser zum Patent angemeldet: Herstellung von Pyrophosphorsäure-tetraäthylester; Anm.-Nr. J. 77 691 IV b/12 i vom 8. 7. 1944.

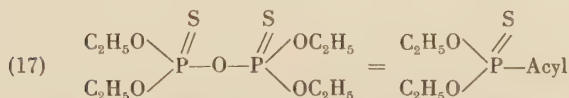
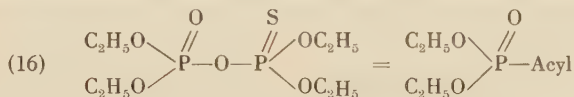
³⁰ Ztribl. 1931 II, 217.

wendung finden kann. Da auch die toxische Wirkung des Esters bei Warmblütern relativ gering ist (tödliche Dosis an der weißen Maus subkutan 8 mg/kg; G. Hecht), schien das Ziel der Arbeit — die Herstellung eines wasser- und alkalibeständigen Insektizids — erreicht zu sein.

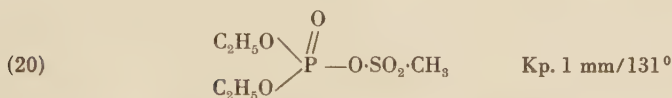
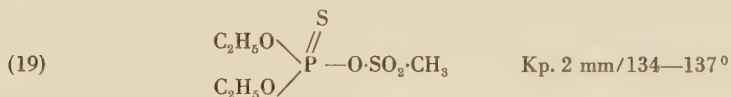
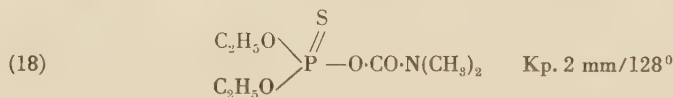
Erst durch die wenige Monate später aufgefundenen noch universeller wirkenden Stoffe E 600 und E 605 wurde der Ester 17 als Pflanzenschutzmittel in seiner Bedeutung zurückgedrängt. Bei der hervorragenden Wirkung des Esters (17) gegen die Rote Spinne hat dieser Stoff neuerdings aber als aktive Komponente der „Bladafum“-Dose eine Verwendung als Räuchermittel in Gewächshäusern gefunden.

Entwicklung der Ester E 600 (Mintacol) und E 605 (Parathion)

Die wirksamen Ester 16 und 17 sind nach folgendem Schema aufgebaut:



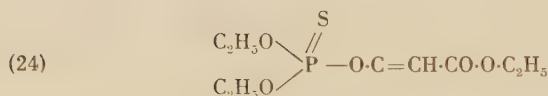
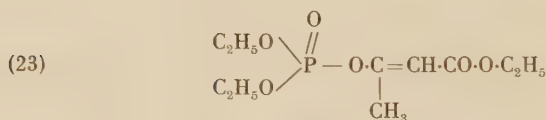
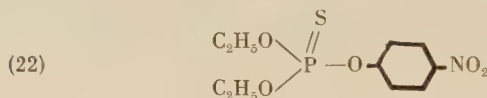
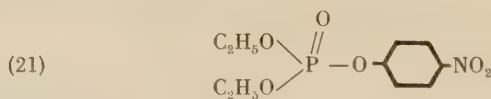
Es blieb die Frage zu prüfen, ob zur Herstellung wirksamer wasserbeständiger Phosphorsäureester die Anhydridverbindung von zwei gleichen oder verschiedenen Phosphorsäuren notwendig waren, oder ob auch die Anhydridverbindungen einer Phosphorsäure mit einer beliebigen anderen organischen oder anorganischen Säure zur Gewinnung aktiver Verbindungen Verwendung finden konnten. Zur Klärung dieses Gebietes wurden folgende gemischte Anhydridverbindungen hergestellt und geprüft:



Die neuen Verbindungen 18—20 sind insektizid wirksam. Teilweise sind sie auch wasser- und kalkbeständig. Um eine Übersicht über die Wirkung anderer „Acyle“ in Kombination mit dem Rest substituierter Phosphor- oder Thiophosphorsäuren zu erhalten, wurde auch das stark saure p-Nitrophenol und der Acetessigester in den Kreis der Untersuchungen gezogen.

Phosphorsäureester mit dem Rest des p-Nitrophenols wurden vom Verfasser hergestellt, während Ester der Phosphorsäure mit dem Rest des Acet-

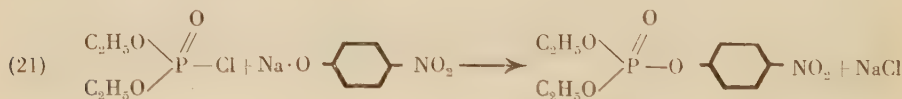
essigesters von dem Mitarbeiter des Verfassers W. Lorenz synthetisiert wurden. Folgende Phosphorsäureester wurden hergestellt:



Bei der Prüfung der neuen Verbindungen im Biologischen Institut Leverkusen (H. Kükenthal) stellte sich heraus, daß die Ester 21—23 sich durch eine enorme Breite der insektiziden Wirkung auszeichnen. Daraufhin wurde das neu erschlossene Gebiet gründlich durchgearbeitet.

a) E 600 (Mintacol)

Der Ester 21 (0,0-Diäthyl-phosphorsäure-0-p-nitrophenylester) wurde erstmalig durch Umsetzen des Natriumsalzes des p-Nitrophenols mit Chlorphosphorsäure-diäthylester gewonnen:



Später wurde der Ester 21 (interne Bezeichnung E 600) direkt durch Nitrieren des 0,0-Diäthyl-phosphorsäure-0-phenylesters erhalten:



Das nach beiden Verfahren leicht zugängliche E 600 ist ein hellgelbes, in Wasser bei Zimmertemperatur ca. 1:1000 lösliches Öl von nur schwachem Geruch (Kp. 1 mm/169—170°; $d_4^{20} = 1,2736$; $n_D^{20} = 1,5105$). Die wäßrigen Lösungen von E 600 sind bei pH-Werten bis zu 7 relativ beständig³¹. Bei pH-Werten zwischen 7,5 und 10 wird der Ester verseift.

³¹ Nach den Untersuchungen von H. Coates (Ann. appl. Biol. 36, 156—159 [1949]), ist die Hydrolysegeschwindigkeit von E 600 300mal geringer als die des Tetraäthyl-pyrophosphates.

Das Präparat E 600 wurde 1944 im Biologischen Institut Leverkusen (H. K ü k e n t h a l) und im Jahre 1945 auf dem der I. G. Farbenindustrie AG., Werk Leverkusen, gehörenden Versuchsgut Höfchen bei Burscheid im Freilandversuch gegen saugende und fressende Insekten ausprobiert (V. S t. A n d e r s e n und G. U n t e r s t e n h ö f e r). Dabei zeigte sich die hervorragende Wirkung von E 600 gegen fast alle bekannten Insekten.

Leider mußten die vielversprechenden Versuche in der Mitte des Jahres 1945 abgebrochen werden, da sich herausstellte, daß E 600 für die Verwendung als Pflanzenschutzmittel zu giftig ist. Der Leiter des Gewerbehygienischen Laboratoriums der Farbenfabriken Bayer Elberfeld, G. H e c h t, stellte zusammen mit W. W i r t h fest, daß

1. E 600 durch die menschliche Haut dringt und damit zu Vergiftungen Anlaß geben kann.
2. Daß E 600 gegen Warmblüter unverhältnismäßig toxisch³² ist (0,6 bis 0,8 mg/kg Maus subkutan).

Wenn auch das Präparat E 600 auf Grund der geschilderten Eigenschaften für den Pflanzenschutz aufgegeben werden mußte, so konnte diese Substanz doch bei den weiteren Untersuchungen zu einem wertvollen pharmazeutischen Produkt entwickelt werden.

Bei der experimentellen Bearbeitung des Präparates E 600 war die starke pupillenverengende Wirkung aufgefallen, die immer dann eintrat, wenn ein Tropfen der wäßrigen E 600-Lösung irgendwie mit den Augen in Berührung kam. Bei der daraufhin einsetzenden pharmakologischen Bearbeitung des Esters E 600 stellte W. W i r t h³³ fest, daß mit dem Präparat E 600 ein Stoff vorliegt, der starke Hemmungen auf die Cholinesterase ausübt. Noch in einer Konzentration von 10⁻⁹ wirkt E 600 hemmend auf die Cholinesterase. Durch die starke Hemmung der Cholinesterase kann bei der Verabfolgung von E 600 in dem tierischen Organismus das an den Nervenendigungen laufend entstehende Acetylcholin nicht in Cholin und Essigsäure gespalten werden. Es kommt daher an den parasymphatischen Nervenendigungen zu einer Anhäufung des giftigen Acetylcholins. Diese Anhäufung des Acetylcholins führt zu einer Störung der parasymphatisch versorgten Organe. Das E 600 hat damit hinsichtlich seiner pharmakologischen Wirkung eine weitgehende Ähnlichkeit mit dem in der Augenheilkunde viel verwendeten Physostigmin (Eserin). Eserin wird lokal in der Augenheilkunde bei beginnendem und bereits entstandenem Glaucom gegeben, um den intraokularen Druck herabzusetzen. Das an Stelle von Eserin klinisch geprüfte E 600 führte zu so günstigen Resultaten, daß das Präparat E 600 unter dem Namen „Mintacol-Augentropfen“ und „Mintacol Solubile“ seit dem Jahre 1948 als pharmazeutisches Präparat im Handel ist.

Gegenüber dem von englischer und amerikanischer Seite für den gleichen Zweck in den Handel gebrachten DFP³⁴ hat das Mintacol den Vorteil, daß es genügend wasserlöslich ist und infolgedessen zur Anwendung in der Augenheilkunde nicht in Öl gelöst zu werden braucht. Die starke toxische Wirkung des Mintacols spielt keine Rolle, da jede Handelspackung (10 ccm Augen-

³² Vgl. W. W i r t h: „Zur Pharmakologie der Phosphorsäureester“ Naunyn-Schmiedebergs, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol. 207, 547 (1949).

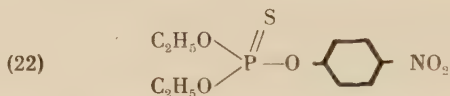
³³ W. W i r t h: „Zur Pharmakologie des Mintacols, eines neuen synthetischen Glaucom-Mittels“; Dtsch. med. Wschr. 1243 (1949).

³⁴ DFP = Diisopropyl-fluor-phosphat.

tropfen) so abgestimmt ist, daß selbst der irrtümliche Gebrauch einer ganzen Packung keinerlei Schäden hervorrufen kann.

b) E 605 (Parathion)

Der dem E 600 entsprechende 0,0-Diäthyl-thio-phosphorsäure-0,p-nitrophenylester:



wurde um die Mitte des Jahres 1944 durch Umsetzen des Diäthyl-thio-phosphorsäuremonochlorids³⁵ mit dem Natriumsalz des p-Nitrophenols³⁶ hergestellt. Der später unter dem internen Namen „E 605“ bekanntgewordene Ester 22 ist ein gelbes, wasserunlösliches Öl, das bei + 6° kristallin erstarrt³⁷. Die physikalischen Daten des technischen Produktes sind folgende:

Kp. 1 mm Hg/173—175°; $d_4^{20} = 1,2630$; $n_D^{20} = 1,5340$

Eine analytische Bestimmungsmethode für E 605 wurde von P. R. Averell und M. V. Norris³⁸ ausgearbeitet. Die Hydrolysenkonstante bestimmte J. A. A. Ketelaar³⁹. Eine kurze Übersicht über die Entwicklung von E 605 geben J. K. Easton und R. G. Davies⁴⁰.

E 605 ist ein wasser- und alkalibeständiges Insektizid. Es vereint in sich die Eigenschaften eines Kontakt-, Fraß- und Gasgiftes. Da auch die toxischen Wirkungen⁴¹ gegen Warmblüter günstig liegen (18—20 mg/kg Maus subkutan), wurde bereits 1945 das Hauptgewicht der Arbeit auf die technische Entwicklung des Präparates E 605 gelegt. Die insektiziden Prüfungen führte im Biologischen Institut Leverkusen H. Küken thal durch. Später erprobte G. Unterstenhöfer unter den Bedingungen der Praxis das Präparat E 605 in Freilandversuchen auf dem Versuchsgut Höfchen bei Burscheid.

Durch den Umbruch im Jahre 1945 wurden die Ergebnisse mit dem Präparat E 605 dem Auslande bekannt⁴². Chemische Fabriken in USA waren auf Grund der erhaltenen Informationen schneller in der Lage, technische Anlagen zur Gewinnung von E 605 zu erstellen, als es in der damaligen Zeit in Deutschland möglich war. So erschien E 605 unter dem Namen „Parathion“⁴³ eher in USA auf dem Markt als in seinem Ursprungsland Deutschland!

³⁵ T. W. Mastin, G. R. Norman und E. A. Weilmuenster. J. Am. chem. Soc. 67, 1662—1664 (1945).

³⁶ FIAT Final Report Nr. 949, 19 (1946).

³⁷ T. J. Edwards und S. A. Hall, Analyt. Chem. 21, 1567 (1949).

³⁸ Analyt. Chem. 20, 753 (1948).

³⁹ Mfg. Chemist 20, 436 (1949); Rec. trav. chim. 67, 665 (1950).

⁴⁰ Ann. appl. Biol. 37, 92 (1950).

⁴¹ Vgl.: G. Hecht und W. Wirth: Zur Pharmakologie der Phosphorsäureester. Derivate der Thiophosphorsäure, Arch. exp. Path. u. Pharmacol. 211, 264—277 (1950).

⁴² In Deutschland konnte — bedingt durch den Umbruch — die Herstellung und Verwendung von E 605 erst nach dem 1. Oktober 1948 zum Patent angemeldet werden.

Herstellungspatent 1: DP. 814 152

Herstellungspatent 2: DP. 814 297

Verwendungspatent 1: DP. 811 514

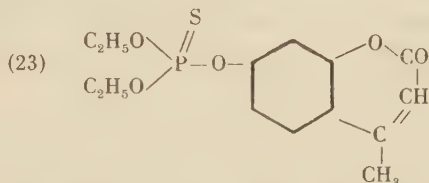
Verwendungspatent 2: DP. 830 261.

⁴³ Chem. Engng. News 26, 118 (1948).

E 605 kommt in seinen insektiziden Wirkungen einem Idealinsektizid⁴⁴ nahe. Die insektizide Wirkung ist an die angegebene Konstitution geknüpft. Abwandlungen der Konstitution führen zu keiner Verbesserung der insektiziden Wirkung.

Entwicklung des Kartoffelkäfermittels E 838 (Potasan)

Als Ergebnis einer systematischen Durchforschung der E 605-Reihe wurde Anfang 1947 vom Verfasser folgender Thiophosphorsäureester des 4-Methyl-7-oxycumarins synthetisiert.



Der Ester 23 erhielt das interne Zeichen „E 838“ und kam später unter der Bezeichnung „Potasan“ als spezielles Kartoffelkäferbekämpfungsmittel⁴⁵ in den Handel.

Die insektizide Erprobung dieses Mittels führte H. K ü e n t h a l im Biologischen Institut in Leverkusen durch. Die Anwendungstechnik wurde in Freilandversuchen von G. U n t e r s t e n h ö f e r bearbeitet. Der Wirkstoff „E 838“ ist ein weißes Kristallpulver vom Fp. 36,5°. ($d_4^{38} = 1,260$; $n_D^{37} = 1,5685$).

Während alle bisher hergestellten Insektizide der Phosphorreihe eine breite insektizide Wirkung aufwiesen, zeichnet sich „E 838“ durch eine sehr starke selektive Wirkung aus. Saugende Insekten werden durch „E 838“ nur in untergeordnetem Maße vernichtet, während einige fressende Insekten, wie z. B. der Kartoffelkäfer (*Leptinotarsa decemlineata* Say) und die Kartoffelkäferlarven durch „E 838“ in kürzester Zeit sicher getötet werden.

Auch bei „E 838“ führen Änderungen der Konstitution zu keiner wesentlichen Verbesserung der Wirkung.

Zusammenfassung

1. In einem Zeitraum von ca. 15 Jahren wurden von dem Verfasser zusammen mit seinen Mitarbeitern eine große Anzahl organischer Fluor- und Phosphorverbindungen hergestellt.
2. Zur Gewinnung aktiver Substanzen aus der Reihe organischer Phosphorverbindungen ist die Anwesenheit von Fluor in der Molekel nicht erforderlich.
3. Ein Aufbauschema der wirksamen Präparate der Phosphorreihe wird angegeben.
4. Die Entwicklung der Präparate „TEPP“, „HETP“, „Pestox III“ („OMPA“), „E 600“ („Mintacol“), „E 605“ („Parathion“) und „E 838“ („Potasan“) wird beschrieben.

⁴⁴ R. W. Hutchinson, Mfg. Chemist 20, 54 und 97 (1949).

⁴⁵ Herstellungspatent: DP. 814 297,
Verwendungspatent: DP. 833 270.

Ertragssteigerungsversuche auf Kupfermangelböden

Von Landwirtschaftsrat Dr. Kurt Hauptfleisch, Bezirksstelle für
Pflanzenschutz, Husum

Auf ehemaligen Heide- und Niederungsmoorböden Nordwestdeutschlands und anderer Gebiete, die durch Kultivierung in Acker- oder Grünland umgewandelt worden sind, treten bisweilen Krankheitserscheinungen auf, die unter der Bezeichnung Heidemoor- oder Urbarmachungskrankheit zusammengefaßt werden. Unter dieser Krankheit können die meisten Kulturpflanzenarten leiden, besonders charakteristisch tritt sie jedoch bekanntlich an Hafer auf, der in dieser Hinsicht geradezu als „Testpflanze“ anzusehen ist.

Nach den Untersuchungen von Brandenburg und vor allem Rademacher handelt es sich um eine Krankheit, die ihre Ursache in einem Mangel an pflanzenaufnehmbarem Kupfer im Boden hat, der sich auf den meist schwach humosen, strukturlosen Sandböden bei Trockenheit und Überkalkung noch verschärft, weil das vorhandene Kupfer vom Heidehumus anscheinend in bestimmter Weise festgelegt wird.

Die ältere Literatur weist aus, daß von den Hackfrüchten die Kartoffel gegen Kupfermangel sehr widerstandsfähig sein soll und selbst auf „schwer kranken“ Feldern nur geringe Ertragsausfälle aufweist. Neuere Erfahrungen verschiedener Autoren haben jedoch ergeben, daß auch die Kartoffel auf ausgesprochenen Kupfermangelböden sehr stark auf Kupferzufuhr anzusprechen und dann wesentliche Mehrerträge zu liefern vermag. So haben die Spritzungen zur *Phytophthora*-Bekämpfung mit Kupferpräparaten gezeigt, daß auch dann Mehrerträge festzustellen sind, wenn der *Phytophthora*-Befall an sich sehr gering ist.

Es erhebt sich deshalb die Frage, ob man durch regelmäßige „Düngung“ oder Spritzungen der Kartoffeln mit Kupferspritzmitteln, wie Cupravit (Ob 21), auf Böden, auf denen ausgesprochener Kupfermangel vorliegt, die Erträge sichern bzw. sogar erhöhen kann. Die Beantwortung dieser Frage ist gerade für die Anbauer der ausgedehnten Heide- und Niederungsmoorböden im Norden und auf dem Mittelrücken Schleswig-Holsteins und auch anderer Länder von besonderer Bedeutung, auf denen auch andere Fruchtarten nur verhältnismäßig geringe Erträge bringen.

Zu diesem Zweck wurden auf typischen Heidemoorböden in den Kreisen Südtondern und Husum die nachstehenden Exaktversuche durchgeführt.

Kombinierter Kupfer-Dünge- und Spritzversuch A

Betrieb: Bauer A. H., Ladelundfeld, Kreis Südtondern.

Bodenart: Typischer Heidemoorboden.

Sorte: Ackersegen.

Parzellengröße: 50 qm — 4 Wiederholungen.

Technik: Kupfersulfat (mit Sand vermischt) in Schneeform gestreut und eingehackt.

Aufwandmengen: 25 kg/ha Kupfersulfat bzw. 6 kg/ha Kupferoxychlorid Cupravit (Ob 21).

Anwendungszeiten:

- a) Spritzen: 13. 7.
13. 7. und 23. 7.
13. 7., 23. 7. und 7. 8.

b) Streuen: 21. 6. 1951, Kartoffelkraut-Wuchshöhe ca. 15—20 cm.

Ernte: 28. 9. 1951.

Ernteergebnisse

Unbehandelt	Kupfersulfat	Kupferoxychlorid		
		Cupravit (Ob 21)/1×	Cupravit (Ob 21)/2×	Cupravit (Ob 21)/3×
a	b	c	d	e
117,00 kg	156,15 kg	157,50 kg	159,30 kg	172,80 kg je 50 qm
136,35 kg	143,10 kg	158,40 kg	162,00 kg	183,60 kg je 50 qm
152,55 kg	180,45 kg	161,10 kg	167,85 kg	173,70 kg je 50 qm
147,60 kg	156,50 kg	151,20 kg	162,00 kg	180,45 kg je 50 qm
553,50 kg	636,20 kg	628,20 kg	651,15 kg	710,55 kg je 200 qm
276,75 dz	318,10 dz	314,10 dz	325,58 dz	355,28 dz je ha
	+ 41,35 dz	+ 37,35 dz	+ 48,83 dz	+ 78,53 dz Mehrertrag gegenüber Unbehandelt
	+ 15 %	+ 13 %	+ 17,6 %	+ 29 %

Bemerkung: Die erste Spritzung bei den Parzellen c, d und e ohne Tezet-Haftpaste, die zweite Spritzung der Parzellen d und e und die dritte Spritzung der Parzelle e dagegen mit Zusatz von Tezet-Haftpaste.

Kombinierter Kupfer-Dünge- und Spritzversuch B

Betrieb: Bauer F. T., Mönkebüllfeld, Kreis Husum.

Bodenart: Typischer Heidemoorboden.

Sorte: Ackersegen.

Parzellengröße: 50 qm — 4 Wiederholungen.

Technik: Kupfersulfat (mit Sand vermischt) in Schneeform gestreut und eingehackt.

Aufwandmengen: 25 kg/ha Kupfersulfat bzw. 6 kg/ha Kupferoxychlorid Cupravit (Ob 21).

Anwendungszeiten:

- a) Spritzen: 9. 7.
9. 7. und 21. 7.
9. 7., 21. 7. und 4. 8. 1951

b) Streuen: 22. 6. 1951, Kartoffelkrautwuchshöhe ca. 10—15 cm.

Ernte: 22. 9. 1951.

Ernteergebnisse

Unbehandelt	Kupfersulfat	Kupferoxychlorid		
		Cupravit (Ob 21)/ 1×	Cupravit (Ob 21)/ 2×	Cupravit (Ob 21)/ 3×
a	b	c	d	e
93,6 kg	102,00 kg	104,4 kg	104,8 kg	115,6 kg je 50 qm
88,0 kg	98,4 kg	100,8 kg	108,4 kg	133,6 kg je 50 qm
96,8 kg	100,6 kg	119,2 kg	121,6 kg	130,4 kg je 50 qm
103,2 kg	105,5 kg	107,6 kg	112,4 kg	119,2 kg je 50 qm
381,6 kg	406,5 kg	432,0 kg	447,2 kg	498,8 kg je 200 qm
190,8 dz	203,25 dz	216,0 dz	223,6 dz	249,4 dz je ha
	+ 12,45 dz	+ 25,2 dz	+ 32,8 dz	+ 58,6 dz Mehrertrag gegenüber Unbehandelt
	+ 6,5 %	+ 13,2 %	+ 16,7 %	+ 30,6 %

Bemerkung: Die erste Spritzung (Parzelle c) mit Cupravit (Ob 21) ohne Zusatz, die zweite und dritte Spritzung (Parzellen d und e) mit Zusatz von Tezet-Haftpaste.

Kombinierter Kupfer-Dünge- und Spritzversuch C

Betrieb: Bauer K. P., Bromelund, Kreis Husum.

Bodenart: Typischer Heidemoorboden.

Sorte: Böhms Mittelfrühe.

Parzellengröße: 50 qm — 4 Wiederholungen.

Technik: Kupfersulfat (mit Sand vermischt) in Schneeform gestreut und eingehackt.

Aufwandmengen: 25 kg/ha Kupfersulfat bzw. 6 kg/ha Kupferoxychlorid Cupravit (Ob 21).

Anwendungszeiten:

a) Spritzen: 9. 7.

9. 7. und 21. 7.

9. 7., 21. 7. und 4. 8. 1951.

b) Streuen: 22. 6. 1951, Kartoffelkrautwuchshöhe ca. 20—25 cm

Ernte: 7. 9. 1951.

Ernteergebnisse

Unbehandelt	Kupfersulfat	Kupferoxychlorid		
		Cupravit (Ob 21)/ 1×	Cupravit (Ob 21)/ 2×	Cupravit (Ob 21)/ 3×
a	b	c	d	e
105,75 kg	126,00 kg	199,25 kg	149,25 kg	146,25 kg je 50 qm
147,75 kg	138,00 kg	125,25 kg	138,75 kg	159,00 kg je 50 qm
127,50 kg	138,00 kg	145,50 kg	147,75 kg	175,50 kg je 50 qm
132,75 kg	132,00 kg	129,75 kg	136,50 kg	143,50 kg je 50 qm
513,75 kg	534,00 kg	599,75 kg	572,25 kg	624,25 kg je 200 qm
256,90 dz	267,00 dz	299,90 dz	286,00 dz	312,00 dz je ha
	+ 10,10 dz	+ 43,00 dz	+ 29,10 dz	+ 55,10 dz Mehrertrag gegenüber Unbehandelt
	+ 3,9 %	+ 16,7 %	+ 11,3 %	+ 21,5 %

Bemerkung: Die erste Spritzung (Parzelle c) mit Cupravit (Ob 21) ohne Zusatz, die zweite und dritte Spritzung (Parzellen d und e) mit Zusatz von Tezet-Paste.

Kombinierter Kupfer-Dünge- und Spritzversuch D

Betrieb: Bauer Th. P., Ostenau-Lindenhof, Kreis Husum.

Bodenart: Typischer Heidemoorboden.

Sorte: Sieglinde.

Parzellengröße: 50 qm — 4 Wiederholungen.

Technik: Kupfersulfat (mit Sand vermischt) in Schneeform gestreut und eingehackt.

Aufwandmengen: 25 kg/ha Kupfersulfat bzw. 6 kg/ha Kupferoxychlorid Cupravit (Ob 21).

Anwendungszeiten:

a) Spritzen: 30. 6.

30. 6. und 16. 7.

30. 6., 16. 7. und 31. 7. 1951.

b) Streuen: 30. 6. 1951.

Ernteergebnisse

Unbehandelt a	Kupfersulfat b	Kupferoxychlorid		
		Cupravit (Ob 21)/ 1×	Cupravit (Ob 21)/ 2×	Cupravit (Ob 21)/ 3×
		c	d	e
40,50 kg	57,75 kg	42,75 kg	57,00 kg	47,25 kg je 50 qm
17,25 kg	25,50 kg	22,50 kg	30,75 kg	60,00 kg je 50 qm
9,00 kg	34,50 kg	15,00 kg	66,00 kg	66,75 kg je 50 qm
39,00 kg	44,25 kg	42,00 kg	69,00 kg	79,50 kg je 50 qm
105,75 kg	162,00 kg	122,25 kg	222,75 kg	253,50 kg je 200 qm
52,875 dz	81,00 dz	61,125 dz	111,375 dz	126,75 dz
	+ 28,125 dz	+ 8,25 dz	+ 58,50 dz	+ 73,875 dz Mehrertrag gegenüber Unbehandelt
	+ 53 %	+ 1,5 %	+ 110,6 %	+ 139,6 %

Bei Zusammenstellung der prozentualen Mehrerträge aus vorstehenden nach einheitlichem Schema durchgeführten vier Versuchen gegenüber „Unbehandelt“ ergibt sich folgendes Bild:

	Versuch Nr.			
	1	2	3	4
25 kg/ha Kupfersulfat-Düngung	15,0	6,5	6,9	53,0 %
Einmalige Spritzung 6 kg/ha Kupferoxychlorid Cupravit (Ob 21)	13,0	13,2	16,7	1,5 %
Zweimalige Spritzung je 6 kg/ha Kupferoxychlorid Cupravit (Ob 21)	17,6	16,7	11,3	111,0 %
Dreimalige Spritzung je 6 kg/ha Kupferoxychlorid Cupravit (Ob 21)	29,0	30,6	21,5	140,0 %

Aus obigen Versuchsreihen geht hervor, daß eine ein- oder mehrmalige Verabreichung von Kupfergaben in Form von Düngungen oder von Spritzungen zu Kartoffeln in der Lage ist, Ertragssteigerungen herbeizuführen, die wertmäßig die für die Kupfermittel aufgewandten Kosten um ein Vielfaches aufwiegen. Derartige Ertragsverhältnisse sind allerdings wohl nur auf ausgesprochenen Kupfermangelböden zu erwarten, also früheren Heide- oder Niederungsmoorböden; denn Parallelversuche auf schweren Böden, z. B. sandigem Lehm, erbrachten keinerlei oder nur geringfügige Ertragssteigerungen. Offensichtlich bestand bei diesen kein Kupfermangel. Der normale Kupferbedarf der Kartoffelpflanze war gedeckt, und infolgedessen erbrachte die Kupferdüngung keinerlei Ertragssteigerung. Um einerseits nach Möglichkeit Licht in diese bisher unerklärten Verhältnisse zu bringen und andererseits festzustellen, wie lange die Kupfernachwirkungen auf Mangelböden zu beobachten sind, sollen unsere Versuche in dieser Richtung fortgesetzt werden.

Weitere Untersuchungen über den Birnprachtkäfer und seine Bekämpfung

Von Prof. Dr. O. Jancke

INHALTSANGABE

1. Verbreitung des Käfers in Deutschland
2. Biologische Angaben:
 - a) Eiablage und -aussehen
 - b) Eldauer und Einbohren der Larven
 - c) Schlüpfverlauf der Käfer
 - d) Verhalten der Käfer
3. Wirtspflanzen
4. Epidemiologie
5. Bekämpfungsmaßnahmen
6. Zusammenfassung.

1. Verbreitung des Käfers in Deutschland

Die Verbreitung des Birnprachtkäfers konzentriert sich nach dem mir von den Pflanzenschutzämtern dankenswerterweise überlassenen Material (Abb. 1) der darüber in ihren Gebieten angestellten Erhebungen vor allem auf den südwestdeutschen Raum. Insbesondere sind Baden, Württemberg, die Pfalz, Hessen und der Bezirk Trier befallen. Seuchenzentren finden sich außerdem bei Koblenz, Köln und am Niederrhein in der Nähe von Wesel. Letzteres leitet über zum holländischen Raum, in dem der Käfer ebenso wie in Luxemburg, das dem Bezirk Trier benachbart ist, eine bedeutende Rolle gespielt hat oder noch spielt. Beim Betrachten der beigegebenen Übersichtskarte fällt auf, daß die meisten stark befallenen Gebiete im Rheintal liegen.

Eingehende Erhebungen liegen mir von den Ländern Rheinland-Pfalz, Württemberg-Hohenzollern und Hessen-Nassau vor (Abb. 2—4). Im erstgenannten Land sind die Kreise Bergzabern, Landau, Neustadt, Frankenthal, Kirchheimbolanden, Zweibrücken, Mainz, Bingen, Bittburg, Wittlich und Koblenz stärker befallen. Den gleichen Befallsgrad weisen in Württemberg-Hohenzollern die Kreise Freudenstadt, Calw, Hechingen, Waiblingen und Munsingen auf, während in Hessen-Nassau die Kreise Wiesbaden, Höchst und Friedberg als stärker verseucht zu betrachten sind.

2. Biologische Angaben

a) Eiablage und -aussehen

Die ersten Eier erhielt ich Mitte Juni 1949 in Gewächshauszuchten von Weibchen, die in oben mit Gaze verschlossenen Glaszylindern an eingefrischten Birn- oder Weißdornzweigen gehalten wurden. Die Eier wurden in Rindenrisse und -vertiefungen abgelegt und in einem Fall auch unter die alten Schilde der roten austernförmigen Schildlaus (*Diaspis betulae*) geschoben. Ein Weibchen legte seine Eier auf die Filtrierpapiereinlage der Zuchtzylinder ab. In jedem Fall waren sie mit einem Sekret an der Unterlage befestigt. Alle Eier stammten von Weibchen, die Ende Mai bis Anfang Juni gekäfigt worden waren, so daß hiernach die Angaben von Glasgow zutreffen, wonach die Eiablage meist erst 10 Tage nach dem Schlüpfen einsetzt. Lee f m a n s erhielt erst 3—4

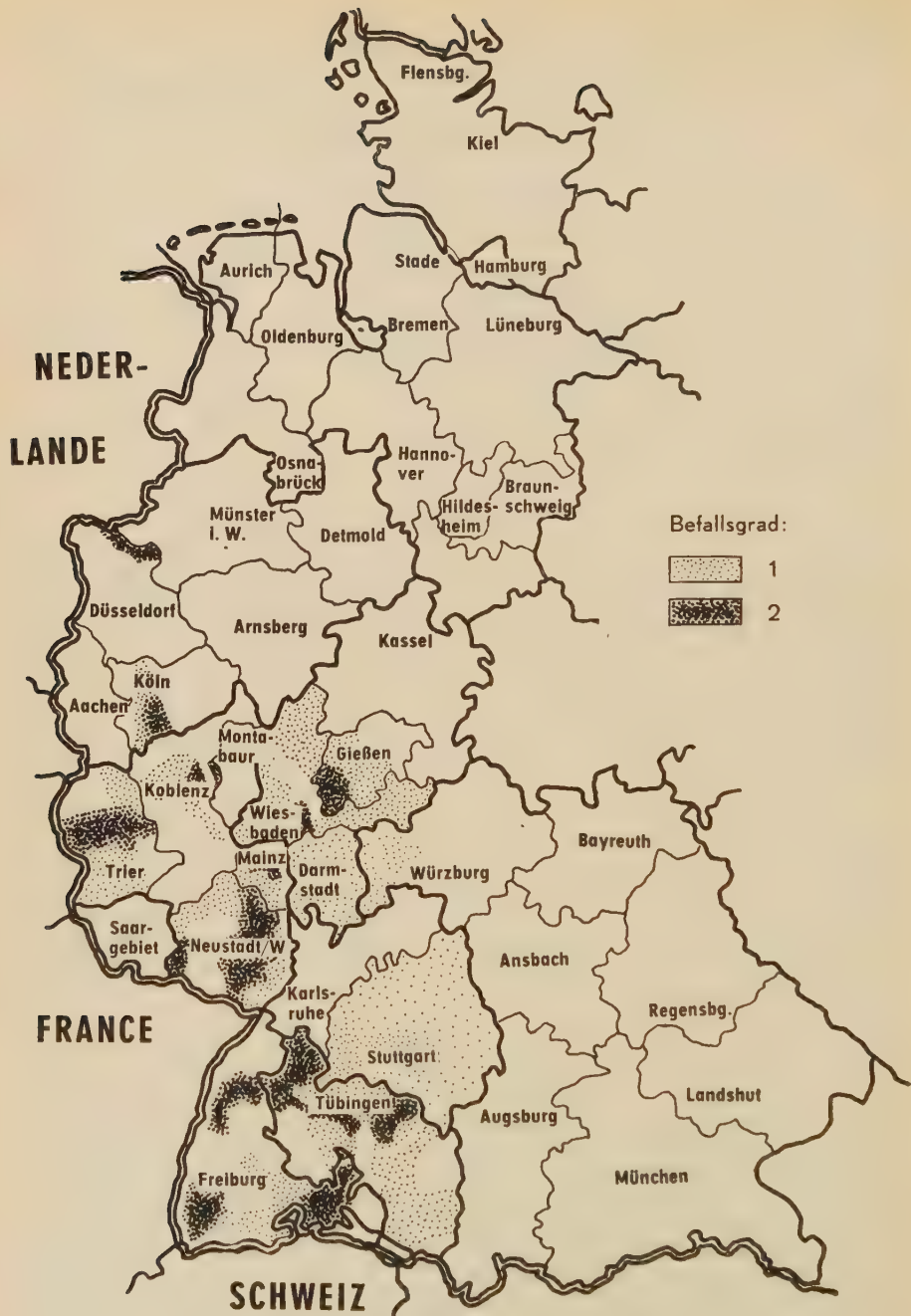


Abb. 1. Verbreitung des Käfers im Raum der Bundesrepublik (Orig.)

RHEINLAND-PFALZ



Abb. 2. Verbreitung des Käfers im Lande Rheinland-Pfalz (Orig.)

WÜRTTEMBERG- HOHENZOLLERN



Abb. 3. Verbreitung des Käfers im Lande Württemberg-Hohenzollern (Orig.)

HESSEN-NASSAU



Befallsgrad:

0 

1 

2 

Abb. 4. Verbreitung des Käfers im Lande Hessen-Nassau (Orig.)

Wochen nach dem Fang der Käfer Eier, während es in seinen anderen Versuchen nicht zur Eiablage kam.

Die Eier sind bei ihrer Größe mit bloßem Auge gut zu sehen. Sie sind flach, breit-oval, im Durchschnitt 1,13 mm lang und 0,93 mm breit. Messungen von 5 Eiern ergaben folgende Werte:

	Länge mm	Breite mm		Länge mm	Breite mm
1.	1,2	1,0	4.	1,2	0,9
2.	1,1	0,95	5.	1,15	1,0
3.	1,0	0,8			

Meine Maße stimmen mit denen von Lee f m a n s angegebenen nicht überein, der für die Länge 1,5 und für die Breite 0,6 mm angibt.

Kurz nach der Ablage erscheinen die Eier etwa entsprechend den Angaben Lee f m a n s weißlich mit leicht grünlichem Schimmer (Abb. 5a). Nach 1—2



Abb. 5. Die verschiedenen Entwicklungsstadien des Birnprachtkäfers (nach Glasgow). a) Ei, b) Junglarve, c) erwachsene Larve, d) Puppe, e) Männchen, f) Weibchen.

Tagen verfärben sie sich olivbraun, um nach weiteren 3—4 Tagen intensiv hellbraun auszusehen. Diese Farbe behalten sie bis zum Schlüpfen der Larven bei.

b) Eidauer und Einbohren der Larven

Die von mir beobachteten 14 Eier schlüpften bei der während der Versuchszeit gemessenen Durchschnittstemperatur von 23°C sämtlich 19—20 Tage nach der Ablage. Ich kann mir deshalb nicht vorstellen, daß sie, wie Leefmans meint, bei 29°C nur 4 Tage zur Vollendung der Embryonalentwicklung brauchen sollen.

Die Junglarven (Abb. 5b) bohren sich, wie auch Glasgow mitteilt, auf der der Rinde aufliegenden Eiseite durch die Eihaut unmittelbar ins Holz ein, ohne also erst auf der Rinde umherzuwandern, was für eine Bekämpfung der Larven günstig wäre. Den ersten Kot entleeren sie in die Eihülle, die ganz davon angefüllt wird. Nach dem Durchbohren der Rinde beginnen sie mit der Anlage der zunächst fadendünnen Gänge, die sie im Versuch in Birn- und Weißdornstämmen anlegten. Sie dringen dabei sowohl stammauf- wie auch -abwärts vor, wie ich das schon früher mitteilte und wie mir folgender Fall deutlich zeigte. Ich legte nämlich beim Abpräparieren der Rinde eines Versuchszweiges zwei Junglarven gerade in dem Augenblick frei, als sie von unten bzw. von oben kommend, im Begriff waren, mit den Köpfen aufeinander zu stoßen und deshalb bereits begonnen hatten, sich auszuweichen. Die Larven wechseln auch gelegentlich die Bohrrichtung, während andere eine Weile dicht nebeneinander ihre Gänge vorwärtstreiben (Abb. 6 u. 7).

c) Schlüpfverlauf der Käfer

Am 26. 4. 1949 fand ich in Zweigen, die aus dem Freiland stammten, bereits ausgefärbte, daneben aber auch noch elfenbeinweiße Käfer in den Puppenkammern. Die ersten Käfer (Abb. 5e u. 5f) schlüpften jedoch in einem



Abb. 6. Larvengang mit geänderter Bohrrichtung (Orig.)



Abb. 7. Zwei zeitweilig eng nebeneinander laufende Larvengänge (Orig.)

großen Freilandkäfig (Abb. 8), in dem Anfang bis Mitte Mai ganze Birnbuschbäume aus befallenen Anlagen übertragen und mit dem Wurzelstumpf in den Boden eingeschlagen worden waren, erst am 24. 5. Der sehr unregelmäßige Schlüpfverlauf, auf den weder Niederschläge noch die Tagesdurchschnittstemperatur erkennbaren Einfluß zu haben scheinen, geht aus der folgenden Tabelle hervor. Danach dauerte 1949 das Schlüpfen rund 3 Wochen mit zwei Höhepunkten am 25. 5. und 3. 6. Wenn man die von mir festgestellte längste Lebensdauer der Käfer (Männchen 26, Weibchen 21 Tage) zugrunde legt, hätten wir in dem genannten Jahr mit einer Flugdauer bis in das erste Julidrittel rechnen müssen. Leeftmans fand im gleichen Jahr Käfer von Anfang Juni bis Mitte Juli im Freiland vor.



Abb. 8. Insektarium mit Flugkäfig (rechts) für Birnprachtkäfer oder andere holzbohrende Insekten (Orig.)

Ganz anders verlief das Schlüpfen im Jahre 1951, wie Roediger feststellte. Der erste Käfer, ein Männchen, erschien erst am 1. 6. Die nächsten 12 Tiere, 7 Männchen und 5 Weibchen, schlüpften bis zum 12. 6. In den folgenden zwei Wochen bohrten sich einzeln in Abständen von mehreren Tagen 4 Käfer aus, während 5 weitere vom 4. bis 7. 7., einer am 19. 7. und ein Nachzügler noch am 12. 8. erschienen. Von den insgesamt 24 Käfern waren 14 Männchen und 10 Weibchen. Die Lebensdauer der Männchen betrug im Höchstfall 7, im Durchschnitt 4, die der Weibchen höchstens 13, durchschnittlich aber nur 6 Tage.

Der verzettelte Flug der Käfer 1951 und ihre gegenüber 1949 verkürzte Lebensdauer dürften in der ungünstigen Junitemperatur mit ihren vielen kalten Nächten die Hauptursache haben.

Schlüpfverlauf der Käfer 1949

Datum	Zahl der Käfer	Durchschnitts- temperatur °C	Gesamt- Niederschlag mm
23. 5.	—	15,0	0,3
24. 5.	1	14,4	—
25. 5.	6	13,0	6,5
26. 5.	2	13,7	—
27. 5.	3	14,0	5,8
28. 5.	1	15,6	—
29. 5.	4	19,7	—
30. 5.	2	16,5	7,3
31. 5.	3	12,8	1,5
1. 6.	1	13,6	10,0
2. 6.	—	13,6	—
3. 6.	6	16,2	1,2
4. 6.	2	15,5	3,3
5. 6.	1	14,9	1,9
6. 6.	3	16,2	—
7. 6.	4	19,1	—
8. 6.	—	23,2	—
9. 6.	2	21,2	1,4
10. 6.	—	18,1	1,8
11. 6.	1	15,8	—
12. 6.	—	13,7	—

d) Verhalten der Käfer

Die Käfer sind bei kühler, trüber Witterung träge und nach Feststellungen von Glasgow unter 17° C inaktiv. Bei 19—20° stellen sie nach dem gleichen Autor Flugversuche an und werden darüber hinaus beweglich und flugfreudig. In meinen Zuchten begann ihre gesteigerte Aktivität bei Sonnenschein und einer Wärme um 25° C. Sie bewegten sich dann lebhaft auf den Zweigen und schwirrten in den Käfigen wie Fliegen umher. Wie alle Autoren übereinstimmend mitteilen, findet man die Käfer ihres scheuen Wesens wegen im Freien sehr selten. Ich selbst fing in einer stark befallenen Pflanzung zur Zeit des Hauptflugs nur 3 Käfer.

In den Zuchten fressen die Käfer in der öfter beschriebenen Weise mehr oder minder große Kerben in die Ränder der ihnen gebotenen Fraßpflanze. Für ihre Zucht ist es wichtig, letztere mehrmals am Tage mit Wasser zu besprühen, da sie dieses, wie auch Glasgow und Lee fmanns beobachteten, gerne aufnehmen.

3. Wirtspflanzen

In meiner früheren Mitteilung gab ich schon eine Reihe von Birnsorten an, die in der Pfalz besonders anfällig sind. Nach brieflicher Mitteilung von Dr. Warmbrunn, Stuttgart, läßt sich für Würtemberg folgende Liste von Birnsorten in der Reihenfolge ihrer Anfälligkeit aufstellen: 1. Luxemburger

Mostbirne, 2. Champagner Bratbirne, 3. Schweizer Wasserbirne, 4. Grüne Jagdbirne, 5. Oberösterreichische Weinbirne, 6. Gräfin von Paris, 7. Kongreßbirne, 8. Alexander Lukas, 9. Clapps Liebling, 10. Williams Christ, 11. Frühe von Trevoux und 12. Clairegeau. Nach dieser Liste sind entgegen unseren Beobachtungen dort die Mostbirnen die am meisten befallenen Sorten. Übereinstimmend mit den Beobachtungen von Ferrant in Luxemburg leiden auch in Württemberg die Birnen auf schweren, kalten Böden am stärksten. Aber auch auf flachgründigen oder feuchten, jedoch hungernden Böden (Straßen) sind nach Warmbrunn Birnen anfälliger als sonst. Diese Feststellungen würden dafür sprechen, daß auch der Birnprachtkäfer in gewissem Maße als Schwächeparasit anzusehen wäre.

Übrigens wird von den Larven auch der Apfel befallen, wovon uns ein einwandfreies Schadstück vorliegt und worüber auch Balachowsky und Mesnil berichten, die außerdem die Mispel als Wirtspflanze erwähnen.

4. Epidemiologie

Maßgebend für die Massenvermehrung des Birnprachtkäfers sind in den deutschen Hauptschadgebieten (Rheinebene und angrenzende Gebiete) anscheinend die klimatischen Bedingungen des Monats Juni, in dem sich der Flug, die Kopula und die Eiablage des Käfers in der Hauptsache abspielen. Aus der Literatur sind einige Schadperioden des vergangenen Jahrhunderts bekannt, die ich deshalb auf die in den gleichen Zeitabschnitten herrschenden Klimaverhältnisse untersuchte, soweit mir meteorologische Daten erreichbar waren. Insbesondere interessierten mich Temperatur und Niederschlagsmengen in den Junimonaten der Schadperioden im Vergleich mit den langjährigen Durchschnittswerten dieser Monate. Dabei ergab sich für das Massenauftreten des Prachtkäfers im Rheingau im Zeitabschnitt von 1892—1896 folgendes. In der Schadperiode waren nach Aufzeichnungen der Frankfurter Wetterwarte die Junimonate in allen Fällen überdurchschnittlich trocken und in 3 Fällen zugleich überdurchschnittlich warm. Ähnliche Verhältnisse traten für die 10 vorhergehenden Jahre (1882—1891) nur dreimal ein, wobei diese trockenwarmen Junimonate zudem nie in aufeinanderfolgenden Jahren lagen, sondern durch Jahre mit kühlfeuchten Junimonaten voneinander getrennt waren. Von Baden sind Schadperioden aus der Mitte der 70er Jahre des vorigen Jahrhunderts (Karlsruhe) und vom Ende der 80er Jahre bekannt. Nach Feststellungen des Wetteramtes Karlsruhe waren die Junimonate der Jahre 1873—1877 sämtlich über dem Durchschnitt warm und zugleich in 3 Fällen überdurchschnittlich trocken. Gleiche Verhältnisse fanden sich in den 10 vorhergehenden und nachfolgenden Jahren (1863—1872 sowie 1878—1887) nur in 3 bzw. 4 Fällen, die nur zweimal im erstgenannten Abschnitt aufeinanderfolgten.

Aus der Pfalz kennen wir zwei Schadperioden aus diesem Jahrhundert, und zwar umfaßte die erste die Jahre 1919—1923 und die zweite die Jahre 1945—1949. Im ersten und zweiten Abschnitt zeichneten sich 3 Junimonate durch überdurchschnittliche Wärme aus, während von 1919 bis 1923 alle und von 1945 bis 1949 4 Junimonate zugleich anomal trocken waren. In den dazwischenliegenden 20 Jahren (1924—1944) war der Juni in 10 Fällen überdurchschnittlich warm und in nur 5 Fällen anomal trocken.

Wir können aus diesen Zahlen schließen, daß, wie schon früher gesagt, der Birnprachtkäfer ein periodisch auftretender Schädling ist, der durch warm-trockene Perioden zur Massenvermehrung angeregt, durch kühl-feuchte Jahre aber so stark unterdrückt wird, daß er als ernsthafte Schadursache nicht in

Erscheinung tritt. Wir können deshalb damit rechnen, daß bei Aufhören der warm-trockenen Periode, in der wir uns bis zum vergangenen Jahr befanden, auch der Birnprachtkäfer wieder zu einem unbedeutenden Insekt herabsinkt. Der Juni 1950 war zwar übernormal warm, aber feuchter als im Durchschnitt, während im gleichen Monat 1951 die Temperatur unter, die Niederschläge über dem Durchschnitt lagen. Sollte allerdings die Ansicht meteorologischer Kreise sich bestätigen, wonach wir uns in einem langsamen aber stetigen Übergang zu trocken-warmer Witterung befinden, die wie vor 600 Jahren einen mehrere Jahrhunderte dauernden Zeitraum umspannte, müßten wir uns mit der Tatsache abfinden, den Birnprachtkäfer als Dauerschädling in unseren Birnkulturen zu betrachten.



Abb. 9. In Gärung übergegangener aus einem Birnprachtkäfergang austretender Saft (Orig.)

5. Bekämpfungsmaßnahmen

Da Eier und Larven einer Bekämpfung nicht zugänglich sind, baute man in Amerika bereits auf der Tatsache des Laubfraßes der Käfer ihre nach den Berichten erfolgreiche Bekämpfung mit hochprozentigen Arsen-Brühen auf. Ich betonte schon früher, daß diese Methode besonders aus hygienischen Gründen bei uns nicht durchführbar ist. Es interessierte deshalb vor allem, wie der Birnprachtkäfer auf die neuen Insektizide reagiert. Ich konnte in einem Laborversuch nachweisen, daß er auf E 605, DDT und Hexachlorcyclohexan gut reagiert. Birnzweige wurden mit E 605 forte 0,05 %, DDT-Emulsion 0,5 % oder Hexa-Suspension 0,3 % gespritzt und die Käfer nach dem Antrocknen der Brühe in die 25 cm hohen oben mit Gaze verschlossenen Versuchszylinder mit den Zweigen gesetzt. Drei Stunden nach dem Ansetzen lagen im ersten Fall alle, im letzten der größere Teil stark gelähmt auf dem Boden. Bei dem DDT-Präparat zeigte sich diese Reaktion, wie üblich, später, und zwar erst nach Ablauf von 24 Stunden. Zu dieser Zeit waren die „E-Tiere“ bereits sämtlich tot. Der gleiche Erfolg trat bei Hexa nach weiteren 24 Stunden ein, während bei der DDT-Emulsion erst nach 3 Tagen alle Versuchstiere abgetötet waren.

Letztere waren nach 1 Tag z. T. stark geschwächt, nach 2 Tagen tot oder gelähmt. Die Kontrolltiere lebten nach 3 Tagen noch sämtlich und hatten gut gefressen.

Auf Grund dieser leider nur kleinen, aber aufschlußreichen Versuche wurden die Birnanbauer der Vorderpfalz aufgefordert, ihre Birnanlagen entweder mit E 605 oder DDT gründlichst zu spritzen und diese Behandlung nach 8—10 Tagen zu wiederholen. Die erste Spritzung fiel im Jahre 1949 zufällig mit der zweiten sehr späten Nachblütenspritzung gegen Schorf und Obstmade zusammen. Ein großer Betrieb spritzte auf unsere Veranlassung zwei ausgedehnte Pflanzungen mit E 605 0,05 % + DDT 1 %. Der Erfolg dieser Behandlung war eklatant. Die sehr stark verseuchten Buschanlagen, von denen eine zu über 50 % befallen war, zeigten im Jahre 1950 nur noch vereinzelte Bäume mit Saftaustritt (Abb. 9) und machten einen erholten Eindruck. Auch eine kleine Anlage, die nur mit DDT behandelt worden war, konnte gerettet werden.

Wichtig für die Durchführung der Bekämpfung ist der Spritztermin, der sich nach dem Schlüpfen der Käfer richtet. Da diese bekanntlich im Freiland sehr schwer zu sehen sind, wird an meiner Anstalt der Käferflug in einem mit Fliegendraht bespannten Freilandkäfig (Abb. 8) verfolgt, der, wie bereits erwähnt, mit befallenen Bäumchen oder Baumteilen beschickt wird. Wenn der Käfiginhalt öfter bespritzt wird, hält er sich hinreichend lang frisch. Sobald das erste Weibchen sich im Käfig zeigt, werden die Birnanbauer durch Presse, Rundfunk und unmittelbare Zuschrift aufgefordert, bis zum 8. Tag nach diesem Zeitpunkt gründliche Spritzungen mit E 605 oder DDT vorzunehmen, die sich nicht nur auf das Laubwerk, sondern auch auf die Rinde der gefährdeten Bäume zu richten haben. In schweren Fällen und bei ungünstiger Witterung wird eine Wiederholung der Behandlung nach 8—10 Tagen empfohlen.

6. Zusammenfassung

Nach Darlegung der Verbreitung des Birnprachtkäfers in Deutschland werden biologische Einzelheiten über seine Entwicklungsstadien mitgeteilt, wobei dem Flugverlauf der Käfer besondere Aufmerksamkeit geschenkt wird.

Vergleiche der klimatischen Verhältnisse der Junimonate in den Jahren der Massenvermehrung und den diese trennenden Abschnitte ergaben, daß erstere durch eine Häufung von Jahren mit trocken-warmen Junimonaten hervorgerufen werden. Jahre mit feucht-kühlen Junimonaten sind der Vermehrung des Birnprachtkäfers offensichtlich sehr hinderlich.

Zur Bekämpfung der Käfer erwies sich E 605, DDT und Hexachlorcyclohexan als brauchbar. Spritzungen mit E 605 + DDT oder DDT allein, die entsprechend dem Schlüpfbeginn erfolgten, befreiten mehrere Anlagen vom Birnprachtkäfer, so daß die Frage der Bekämpfung im Prinzip als gelöst angesehen werden kann.

Schrifttum

- Ferrant, V.: Die schädlichen Insekten der Land- und Forstwirtschaft, ihre Lebensweise und Bekämpfung. — Luxemburg 1911.
- Glasgow, H.: The feeding habits of the sinuate pear borer in relation to control practices. — New York State Agric. Exp. Stat. Bull. 648. 1934.
- Jancke, O.: Der Birnprachtkäfer (*Agrilus sinuatus* Oliv., Buprestidae). — Anzeiger für Schädlingskunde 22. H. 4. 51—57. 1949.
- Derselbe: Der Birnprachtkäfer bedroht unsere Birnkulturen. — Die Umschau in Wissenschaft und Technik, H. 7. 1950.
- Leefmans, S.: Investigations on *Agrilus sinuatus* Oliv. — Mededeling No. 4 van het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Wageningen. 1950.

Bekämpfung der Pflirschblattlaus in Kartoffelbeständen

Von Dr. S c h m i d t, Saatzuchtwirtschaft Krafft, Buir, Bez. Köln

Seit 1947 beschäftigt uns die Bekämpfung der Pflirschblattlaus in Kartoffelbeständen, da die Abbaulage im Köln-Aachener Becken züchterische Arbeiten ohne besondere Maßnahmen auf diesem Gebiete unmöglich macht. Wir haben zunächst E 605 hierfür verwendet und über Teilergebnisse vor einiger Zeit berichtet (Höfchenbriefe, Heft 1/1949). Wir wiesen in dieser Veröffentlichung darauf hin, daß die Herstellung eines Mittels mit längerer Wirkungs-dauer wünschenswert wäre. Für den Sommer 1950 stellten uns die Bayer-Werke das Präparat 8169, das später den Namen Systox erhielt, zur Verfügung. Bei einer als Hochzucht bezogenen gesunden mittelfrühen Sorte wurden 1950 in Buir Bekämpfungsversuche mit E 605 und 8169 (Systox) angelegt und die behandelten Parzellen sowie der unbehandelte Bestand im Abstand von wenigen

Tabelle 1: Läusezahlen und Bekämpfungstermine 1950 in Buir

Datum	8169 (Systox)			E 605			unbehandelt		Bemerkungen
	geflügelte	ungeflügelte	Art der Bekämpfung	geflügelte	ungeflügelte	Art der Bekämpfung	geflügelte	ungeflügelte	
5. 6.				0	0		1	2	
7. 6.				0	2	Stäubung	1	5	
12. 6.				0	5		0	7	
16. 6.	0	6		0	5		0	6	
21. 6.	1	12		2	10		0	15	
22. 6.			Spritzung						
26. 6.						Stäubung			
28. 6.	1	16		1	8		2	134	
3. 7.	83	21		107	72		87	263	
4. 7.						Spritzung			
5. 7.	76	89		86	93				
6. 7.						Spritzung			
7. 7.	4	0	Spritzung	5	2		25	591	
11. 7.	18	5		29	112		19	513	nach Bekämpf. ausgezählt
13. 7.						Stäubung			
15. 7.						Spritzung			
17. 7.	1	0		9	0		4	473	
19. 7.	3	7		4	36		8	652	
20. 7.						Stäubung			
22. 7.	7	5		8	0		10	535	
25. 7.	1	0		2	1		2	77	
27. 7.			Spritzung						
31. 7.	2	1		3	19				
5. 8.	0	0		0	2	Spritzung	0	41	nach Bekämpf. ausgezählt
10. 8.	0	0		0	0		0	3	

Tagen auf Läuse *) ausgezählt. Aus arbeitstechnischen Gründen fielen leider einige Zählungen aus. Das Mittel E 605 wurde dabei teilweise als Staub, teilweise in 0,05%-Lösung von E 605 f, das Mittel 8169 in 0,1%-Lösung verwendet. Die Spritztermine und die Ergebnisse der Läusezählungen sind aus Tabelle 1 ersichtlich. Die Läusezahlen wurden nach der 100-Blatt-Methode ermittelt.

Zu den Ergebnissen ist zu bemerken: Die zweite Spritzung mit Systox erfolgte erst am 7. 7. trotz vorher schon einsetzender Zunahme der Läuse, um die Wirkungsgrenze des Präparates abzutasten. Auffallend ist, daß die Wirkung der zweiten Spritzung länger anhielt als die der ersten. Die Wirkung von E 605 bei der Spritzung am 4. 7. und der Stäubung am 13. 7. wurde durch den kurz nach der Bekämpfung fallenden Regen fraglos eingeschränkt. Insgesamt stehen drei Spritzungen mit 8169 (Systox) acht Spritzungen oder

Tabelle 2: Läusezahlen und Spritztermine 1951 in Buir

Datum	8169 (Systox)			Art der Bekämpfung	unbehandelt			Bemerkungen
	geflügelte	ungefl. Jungläuse	ungeflügelte Altläuse		geflügelte	ungeflügelte	Nymphen	
8. 6.	1	8	5		2	16	0	
11. 6.	3	13	19	Spritzung	2	28	0	vor Bekämpfung ausgezählt
13. 6.	0	8	0					
15. 6.	2	12	4					
18. 6.	2	10	6	Spritzung	1	42	2	vor Bekämpfung ausgezählt
21. 6.	0	2	0					
25. 6.	1	4	2		2	211	4	
2. 7.	28	21	3		6	674	15	
4. 7.	46	36	7					
6. 7.	42	37	3	Spritzung				vor Bekämpfung ausgezählt
10. 7.	38	14	0		13	619	11	
12. 7.	36	45	12					
13. 7.	89	105	13	Spritzung				vor Bekämpfung ausgezählt
16. 7.	41	71	2		30	318	24	
18. 7.	60	46	8					
20. 7.				Spritzung				
21. 7.	46	41	0					
23. 7.	34	31	3					
26. 7.	31	12	7		2	72	4	
27. 7.	28	38	17					
30. 7.				Spritzung				
31. 7.	3	15	2					
1. 8.	2	8	4		1	3	0	
6. 8.	0	0	1		0	2	0	

*) Bei sämtlichen in diesem Bericht angegebenen Läusezahlen handelt es sich ausschließlich um *Myzodes persicae*. Andere Läusearten wurden bei der Zählung nicht berücksichtigt.

Stäubungen mit E 605 gegenüber. Trotzdem ist der Gesamtbefall (Zahl der Läusestage) auf der mit 8169 (Systox) behandelten Parzelle deutlich geringer als auf der mit E 605 behandelten Parzelle. Gegenüber der unbehandelten Parzelle ist der Erfolg beider Präparate eindeutig.

Im Jahre 1951 wurde für die Bekämpfung nur das Präparat 8169 (Systox) verwendet, dafür die Versuche aber nicht nur in Buir, sondern auch auf unserem 400 m hoch gelegenen Zuchtgut im Hunsrück durchgeführt. Die Konzentration betrug wieder 0,1 %, die Zählung der Läuse erfolgte nach der 100-Blatt-Methode. Die Spritztermine und Läusezahlen in Buir ergibt Tabelle 2.

Zu den Ergebnissen ist zu bemerken: Der starke Anflug von geflügelten Blattläusen erstreckte sich auf einen auch für hiesige Verhältnisse ungewöhnlich langen Zeitraum. Dadurch wurde eine größere Zahl von Spritzungen erforderlich als im Jahre 1950, und zwar sechs Spritzungen innerhalb eines Zeitraumes von 7 Wochen. Es fällt auf, daß die Zahl der geflügelten Blattläuse auf der gespritzten Fläche ständig höher ist als auf der unbehandelten (vergl. Rönnebeck in „Pflanzenbau und Pflanzenschutz“, Heft 3/1950). Bei den auf der gespritzten Fläche festgestellten ungeflügelten Läusen handelte es sich ganz überwiegend um frisch abgesetzte Jungläuse. Da während der ganzen Beobachtungszeit, insbesondere aber in den ersten Tagen nach den Spritzungen nur sehr wenig ältere Läuse gefunden wurden, kann angenommen werden, daß die ständig zufliegenden Läuse wohl Jungläuse absetzten, daß diese aber durch die insektizide Nachwirkung von 8169 (Systox) nicht zur Weiterentwicklung kamen. Nymphen wurden auf der gespritzten Fläche im Gegensatz zur unbehandelten Fläche überhaupt nicht festgestellt. Bei letzterer überwogen die älteren ungeflügelten Läuse bei weitem die Jungläuse, genaue Auszählungen unterblieben aus Zeitmangel.

Die Spritztermine und Läusezahlen auf unserem Zuchtgut im Hunsrück enthält Tabelle 3.

Die Zahl der Läuse war im Hunsrück, wie erwartet und erhofft, wesentlich geringer als in Buir. Immerhin erstreckte sich der schwache Anflug über einen Zeitraum von annähernd drei Wochen. Durch die Bekämpfung wurde die Besiedlung mit ungeflügelten Läusen praktisch verhindert. Voraussetzung ist allerdings eine ständige Kontrolle, um bei Auftreten von ungeflügelten Läusen sofort mit der Bekämpfung einzusetzen. Die zweite Spritzung ließen wir der ersten aus Sicherheitsgründen sehr bald folgen, ohne das Auftreten von ungeflügelten Läusen abzuwarten, da uns nach den Beobachtungen des Jahres 1950 eine einmalige Spritzung zu Beginn der Bekämpfung nicht ausreichend erschien. Wir werden auch in Zukunft so verfahren.

Gegen die Spritzung wird immer wieder eingewendet, daß eine Abtötung der anfliegenden Läuse erst dann erfolge, wenn sie durch Saugen die Infektion bereits durchgeführt hätten. Eine Verhinderung der Infektion bei starkem Anflug wäre daher nicht möglich. Das ist fraglos richtig. Wir haben uns nie der Hoffnung auf ein Mittel hingegeben, das die Tötung der Läuse vor dem Saugakt bewirkt oder die Läuse von dem Anflug auf die Bestände abschreckt. Andererseits ist nicht zu bestreiten, daß Ausmaß und Schwere der Virus-erkrankung weitgehend von der Besiedlungsdichte durch ungeflügelte Läuse abhängt. Die Infektionsversuche in Ebstorf mit variierter Läusezahl und Besiedlungsdauer ergeben in dieser Hinsicht ein sehr eindrucksvolles Bild. Es ist weiter zu bedenken, daß eine Laus erst etwa 48 Stunden nach Saugen auf einer blattrollkranken Pflanze in der Lage ist, diese besonders gefährliche

Virusart weiterzugeben. Unter diesem Gesichtspunkt gewinnt die Beobachtung des Jahres 1951 an Bedeutung, daß bei Bekämpfung mit 8169 (Systox) vorwiegend ganz junge ungeflügelte Läuse gefunden wurden, die wahrscheinlich vor Erlangung der Infektionsfähigkeit abstarben.

Tabelle 3: Läusezahlen und Spritztermine 1951 im Hunsrück

Datum	8169 (Systox)			unbehandelt		Bemerkungen
	geflügelte	ungeflügelte	Art der Bekämpfung	geflügelte	ungeflügelte	
25. 6.	0	0	Spritzung	0	0	vor Bekämpfung ausgezählt
28. 6.	0	8		0	4	
29. 6.						
30. 6.	0	1		0	2	
2. 7.	0	0	Spritzung	0	2	
6. 7.						
7. 7.	0	0		0	3	
9. 7.	1	0				
11. 7.	0	0	Spritzung	0	1	
14. 7.	0	0		0	1	
16. 7.	0	0		0	4	
18. 7.	12	9		10	7	
20. 7.	10	0	Spritzung	23	17	
21. 7.	6	0				
23. 7.	3	2		0	8	
25. 7.	2	0		3	2	
28. 7.	1	0	Spritzung	2	5	
30. 7.	1	0		2	18	
1. 8.	5	4				
2. 8.						
3. 8.	2	0	Spritzung	3	11	
4. 8.	1	1				
6. 8.	2	1		2	28	
7. 8.	2	0				
9. 8.	1	0	Spritzung	0	7	
11. 8.	0	0				
13. 8.	0	1		0	3	
15. 8.	0	1		0	4	

Die Bekämpfung der Blattläuse auf den Kartoffelbeständen hat erst dann einen praktischen Wert, wenn es gelingt, dadurch die Gesundheit des Nachbaues entscheidend zu verbessern. Zur Prüfung dieser Frage wurde im Jahre 1951 in Buir Pflanzgut aus den mit 8169 (Systox) behandelten und unbehandelten Parzellen des Jahres 1950 (s. Tabelle 1) nachgebaut und mit Hochzucht der gleichen Sorte in Vergleich gestellt. Der Versuch, der von zahlreichen Besuchern besichtigt wurde, ergab ein ungemein eindrucksvolles Bild. Während der Nachbau der mit 8169 (Systox) behandelten Parzelle einen kräftigen, relativ

wenig erkrankten Bestand aufwies, der nicht allzusehr von dem Hochzuchtbestand abstach, zeigte der Nachbau der unbehandelten Parzelle einen schwer abbaukranken Bestand. Vegetationsbeobachtungen und Ernteergebnisse enthält Tabelle 4.

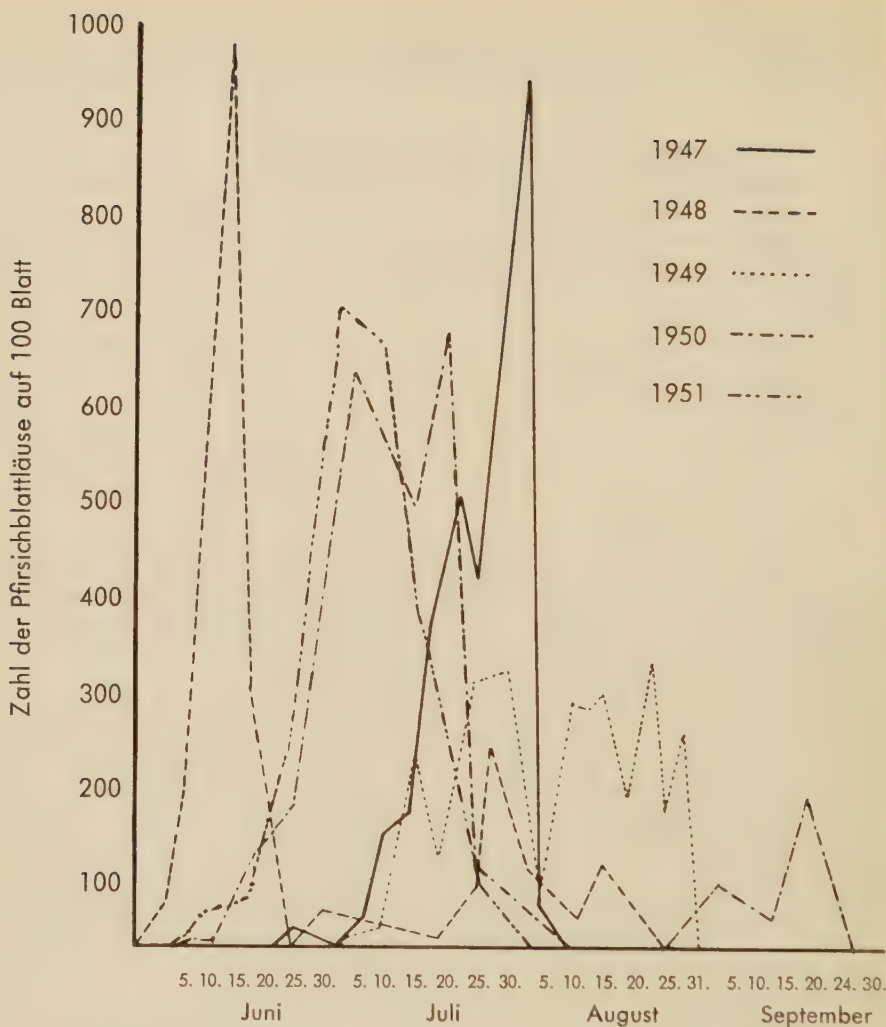
Tabelle 4: **Nachbau behandelter und unbehandelter Parzellen**

	Ertrag		Virusbefall
	kg/100 Staud.	relativ	
Hochzucht	70,90 kg	100	gesund
Nachbau Systox Parzelle	60,80 kg	85,8	12% Roll $\pm$, 6% Strichel $\pm$
Nachbau unbehandelter Parzelle	35,20 kg	49,6	87% Roll ++, 12% Strichel + dabei 47% Kümmerer ++, 1% Fehlstellen.

Zu den Ergebnissen ist zu bemerken, daß nicht nur die Zahl der Viruskranken beim Nachbau der Systox-Parzelle erheblich niedriger, sondern auch die Schwere der Erkrankung wesentlich geringer war. So günstig das Ergebnis zunächst auch scheint, so muß doch auf folgendes hingewiesen werden, was auch den interessierten Besichtigern immer wieder erläutert wurde:

Die Gewinnung brauchbaren Vermehrungspflanzgutes ist in stark abbaugefährdeten Lagen auch bei Verwendung von Systox nicht möglich. Das zeigt eindeutig die Zahl der viruskranken Pflanzen beim Nachbau der Systox-Parzelle. Aber auch die Verwendung der eigenen Ernte nach Systoxbehandlung zum Konsumanbau, um den Neubezug von Pflanzgut zu sparen, stößt in der Praxis nach unserer Ansicht auf unüberwindliche Schwierigkeiten. Das von uns erzielte Ergebnis war nur möglich, weil auf Grund laufender Läusezählungen die Bekämpfung mit Systox fristgerecht durchgeführt wurde. Diese Läusezählungen müssen auf dem Bestand selbst, also durch den Betrieb durchgeführt werden, was sich in der Praxis als undurchführbar erweisen dürfte. Allgemein gültige Spritztermine lassen sich nicht angeben, da das Auftreten der Blattläuse jährlich äußerst verschieden ist. Das zeigt die Zeichnung, die die Läusekurven der Jahre 1947—1951 in Buir wiedergibt.

Diese ungünstige Prognose für die Erzielung gesunder Kartoffelbestände durch die Verwendung von Systox gilt aber unseres Erachtens nur für die ausgesprochenen Abbaulagen. Wir erwarten bestimmt, daß in Vermehrungsgebieten die Erfolgsaussichten sehr viel günstiger sind. Augenstecklingsprüfung und Nachbau der im Hunsrück geernteten Systox-Parzellen und der unbehandelten Parzellen werden uns bald Aufschluß geben. Wir stützen unsere Ansicht auf die Tatsache, daß in Abbaulagen ein ständiger starker Zuflug von geflügelten Läusen während längerer Zeit stattfindet. Es kommt hinzu, daß in diesen Gebieten durch die dort zahlreich vorhandenen kranken Bestände sicher der größte Teil der anfliegenden Läuse virusinfiziert ist. Im Gegensatz dazu erfolgt in relativen Gesundlagen, wo Vermehrungsanbau mit Erfolg betrieben wird, der Anflug in der Regel in mehr oder weniger zahlreichen Wellen. Gelingt es durch ständige Beobachtung, den Anflug rechtzeitig zu bemerken



und durch sofort einsetzende Bespritzung zu bekämpfen, so ist nach unserer Ansicht mit diesem längere Zeit wirkenden Mittel viel zu erreichen. Das gilt insbesondere für die gefährlichen Spätinfektionen.

Da erfahrungsgemäß die ersten geflügelten Läuse an den Kartoffelstauden nicht ganz leicht zu finden sind, haben wir in Buir und im Hunsrück auch die Moerickeschen Läusefallen eingesetzt. In zwei Fällen fanden wir in ihnen geflügelte Läuse zwei bzw. drei Tage früher, als wir sie im Bestand entdeckten. In anderen Fällen erzielten wir den ersten Fang gleichzeitig mit dem ersten Fund im Bestand. Zur rechtzeitigen Entdeckung des ersten Anfluges und des Spätfluges halten wir die Verwendung der Fallen neben der sorgfältigen Bestandsbeobachtung für wichtig.

Soweit wir unterrichtet sind, wurden in diesem Jahr an verschiedenen Stellen der Hauptvermehrungsgebiete Versuche mit Systox durchgeführt. Der Nachbau dieser Versuche wird Aufschluß darüber geben, ob unter der Vorbedingung eines einwandfrei funktionierenden Läusebeobachtungsdienstes dem Kartoffelzüchter und -vermehrer mit dem Präparat Systox ein Mittel in die Hand gegeben ist, um Virusschäden durch Läuseeinbrüche zu verhindern.

Aus der Gärtnerischen Versuchsanstalt Friesdorf (Bad Godesberg)
Direktor: Landwirtschaftsrat H. K. Möhring

Versuche mit einem neuartigen Schädlingsbekämpfungsmittel im Gartenbau

Von Dipl. o. h. o. Gärtner Gerhard H. C. Bosse, Friesdorf

Zu Beginn des Jahres 1950 traten die Bayer-Werke Leverkusen (vertreten durch Herrn Dr. K o r h a m m e r), an die Gärtnerische Versuchsanstalt Friesdorf mit der Bitte heran, ein neuentwickeltes Schädlingsbekämpfungsmittel einer praktischen Erprobung zu unterziehen. Es handelte sich hierbei nicht um eines der üblichen Spritz- oder Stäubemittel, sondern um ein sogenanntes inneres Therapeutikum, das vorerst unter der Werkbezeichnung „8169“¹ geführt wird. Der Wirkstoff wird dabei nicht von außen an die Pflanze bzw. den Schädling herangebracht, sondern durch die Wurzeln aufgenommen und mit dem Nährsalzstrom in die oberirdischen Sproßteile transportiert, wo er vom Schädling zusammen mit der Nahrung aufgenommen wird. Voraussetzung für die Wirksamkeit eines solchen Mittels ist, daß es die Zellwände durchdringt, ohne die Pflanze zu schädigen und doch noch genügend insektizid wirkt. Sind diese Voraussetzungen erfüllt, so müßten sich mit einem solchen Präparat Schädlinge vernichten lassen, die mit den Spritz- oder Stäubemitteln schwer oder gar nicht zu treffen sind. Hierzu gehören einmal solche Schädlinge, die im Innern der Pflanze selbst parasitieren (Nematoden, Minier-raupen, Obstmaden u. a.) oder die durch dicke bzw. wasserabstoßende Häute gegen das Eindringen von Kontaktgiften hinreichend geschützt sind. (Schild-läuse, Blutläuse usw.) Auch Parasiten, die durch ihre Saugtätigkeit ein Einrollen der Blätter verursachen oder die sich selbst einspinnen, bereiten einer erfolgreichen Bekämpfung erhebliche Schwierigkeiten. — Von diesen Überlegungen ausgehend, brachten wir das zu erprobende Mittel vornehmlich gegen Schädlinge dieser Art in Anwendung. Über den Verlauf der nunmehr zwei-jährigen Versuche und über die daraus zu ziehenden praktischen Folgerungen soll nachstehend berichtet werden.

Das erste Versuchsobjekt war *Kalanchoe blossfeldiana*, die mit Blatt-läusen sehr stark befallen war. Die Pflanzen standen in 5-cm-Töpfen und waren etwa 6 cm hoch und 8 cm breit. Die Läuse — es handelte sich um eine schwarzblaue Art, deren genaue systematische Stellung nicht bestimmt werden konnte, möglicherweise hat es sich um *Myzus cerasi* gehandelt — saßen vor-

¹ A n m. d. S c h r i f t l.: Das Präparat Nr. 8169 hat inzwischen die Bezeichnung „Systox“ erhalten.

nehmlich unter den waagrecht stehenden, vielfach den Erdboden berührenden Blättern und in den verkrüppelten Herzblättern. Eine Bekämpfung durch Spritzung hatte zu keinem Erfolg geführt. Die Töpfe wurden am 23. 6. 1950 um 9 Uhr vormittags mit Konzentrationen von 0,025, 0,05 und 0,1 % gegossen. Der flache Gießrand konnte keine große Flüssigkeitsmenge aufnehmen. Der Himmel war bedeckt, die Temperatur stieg gegen Mittag bis auf 22° C. Die Pflanzen standen in Kästen, jedoch ohne Fenster.

Die erste Kontrolle erfolgte nach drei Stunden. Zu diesem Zeitpunkt war der größte Teil der Läuse bereits abgefallen bzw. saß in den verkrüppelten Blättern verklemmt. Bei der zweiten Kontrolle am folgenden Tage um 9 Uhr, also nach vierundzwanzig Stunden, waren sämtliche Läuse abgetötet, teilweise schon eingeschrumpft. Obwohl nur ein Teil der befallenen Pflanzen behandelt wurde und eine Neuzuwanderung in dem engen Bestand jederzeit möglich war, zeigten die mit 8169 behandelten Pflanzen bis zum 1. August keinen erneuten Befall. Die unterschiedlichen Konzentrationen hatten keinen Einfluß auf das Endergebnis, 0,025 % hatte die gleiche Wirkung wie 0,1 %. Pflanzenschädigungen wurden nicht beobachtet.

Am 26. 9. 1950 wurden im Freiland stehende Hortensienjungpflanzen, die stark mit Roter Spinne (*Tetranychus pilosus*) befallen waren, in der gleichen Weise behandelt. Die Pflanzen standen in 12- und 13-cm-Töpfen und waren, fünfzehn Tage vorher eingetopft, noch nicht ganz durchgewurzelt. Jedem Topf wurden mit Hilfe eines Dosiergerätes genau 85 ccm 0,025 % konzentrierter Gießflüssigkeit zugeführt. Das Wetter war sehr sonnig und heiß, so daß die Töpfe innerhalb von vierundzwanzig Stunden vollständig austrockneten. Bei der Kontrolle am folgenden Tage waren sämtliche Insekten abgetötet. Die aus den zahlreich vorhandenen Eigelegen laufend schlüpfenden Jungtiere starben ab, sobald sie Nahrung aufnahmen. Nach vierzehn Tagen waren die letzten Jungtiere aus den Eiern geschlüpft und abgetötet. Die Pflanzen wurden im Laufe des Sommers nicht mehr von Roter Spinne befallen.

Es kann nach diesem Versuch festgestellt werden, daß unter den obwaltenden Umständen ein einmaliges Gießen mit 0,025 % 8169 genügt, um die Rote Spinne vollständig zum Absterben zu bringen. Dieses Ergebnis ist um so bemerkenswerter, als es mit den üblichen Spritzmitteln trotz sorgfältigster Arbeit und bei mehrfacher Wiederholung nicht gelungen war, einen starken Befall mit Roter Spinne restlos zum Verschwinden zu bringen. In unseren Versuchen wurden zwar regelmäßig 80 bis 95 % abgetötet, der verbliebene Rest genügte aber vollständig, um das alte Schadbild nach kurzer Zeit wiederherzustellen.

Rote Spinne befand sich weiterhin noch an *Asparagus medeoloides*. Die Pflanzen standen in 12-cm-Töpfen im Gewächshaus, die Temperatur bewegte sich am Tage um Werte von 20 bis 35° C. Die Blattoberfläche je Topf betrug etwa das 15- bis 20fache gegenüber den Hortensien. Die Größe der Pflanzen selbst war jedoch unterschiedlich, die kleinsten hatten eine Rankenlänge von insgesamt 0,80 bis 1 m, die größten eine solche von etwa 2 m bis 2,80 m. Da es sich um nur sechs Exemplare handelte, wurde lediglich mit einer Konzentration von 0,05 % gearbeitet.

Bei der Kontrolle nach vierundzwanzig Stunden wurden an den kleinsten Pflanzen keine lebenden Tiere mehr gefunden. Auf den größeren Pflanzen konnten neben zahlreichen toten auch noch einige lebende Alttiere beobachtet werden. Während der täglichen Kontrollen an den folgenden Tagen ergab sich im wesentlichen immer wieder das gleiche Bild. Die aus den Eigelegen

schlüpfenden Jungtiere starben ab, sobald sie Nahrung aufnahmen, auf der größten Pflanze wurden aber immer noch einzelne lebende Alttiere gefunden. Erst am 30. 6. 1950, also nach sieben Tagen, konnten auch hier keine lebenden Tiere mehr festgestellt werden.

Eine weitere Schädlingsgruppe, die dem Zierpflanzengärtner erhebliche Schwierigkeiten bereitet, sind die Nematoden oder Älchen. Von der vorbeugenden Behandlungsweise abgesehen, hat eine direkte Bekämpfung bisher kaum nennenswerten Erfolg gebracht. Im vorliegenden Falle handelte es sich um *Chrysanthemum*-Älchen (*Aphelenchus ritzema bosi*), von denen einige Sorten stark befallen waren.

Die erste Behandlung erfolgte am 10. 7. 1950 bei trübem Wetter. Die Konzentrationen 0,025, 0,05 und 0,1 % waren zunächst erfolglos. Bei 0,1 % schienen die Älchen zwar in ihrer Virulenz stark gehemmt, es wurden auch tote Tiere gefunden, aber sechs Tage nach der Behandlung wurden noch zahlreiche lebende Tiere beobachtet. Beim zweiten Versuch verzichteten wir auf die geringen Konzentrationen, behielten jedoch 0,1 % zunächst noch bei. Eine Änderung der Versuchsbedingungen lag aber insofern vor, als diesmal sehr heißes, trockenes Wetter herrschte, die Topfballen ausgetrocknet waren und die Pflanzen (60 cm hohe Einstieler) etwas welkten. Bei der Kontrolle am folgenden Tage wurden keine lebenden Älchen mehr gefunden, und die Pflanzen blieben von diesem Zeitpunkt an ohne erkennbare Schädigungen. Sie waren „gesundet“ und entwickelten sich normal weiter. Dieser Versuch wurde unter ähnlichen Bedingungen mehrfach wiederholt, und zwar sowohl im Jahre 1950 als auch im Jahre 1951, jedesmal mit demselben durchschlagenden Erfolg. Damit ist erwiesen, daß das *Chrysanthemum*-Älchen unter bestimmten Bedingungen mit 8169 erfolgreich bekämpft werden kann.

Zu weiteren Schädlingen, die dem Gärtner Sorge bereiten, gehören u. a. Thrips und Schildläuse. Bei einer Konzentration von 0,025 % waren Larven und Vollinsekten der Thripsfliege bereits am folgenden Tage abgetötet. Die Schildläuse blieben hingegen ohne erkennbare Schädigungen. Diese fanden wir in zwei Formen vor. *Pseudococcus citry*, vom Gärtner auch als Schmierlaus bezeichnet, parasitierte an Rinde und Blättern von *Bougainvillea glabra sanderiana* sowie an *Viburnum tinus*. *Diaspis boisduvali* Sign. fand sich in großen Mengen an *Strelitzia reginae*. Während die ersten beiden Pflanzenarten in 14- und 16-cm-Töpfen standen, waren die *Strelitzia* im Hause ausgepflanzt. In beiden Fällen blieb die Bekämpfung mit steigenden Konzentrationen bis zu 0,3 % wirkungslos. Lediglich von den an den Blättern saugenden Schmierläusen lagen an den folgenden Tagen einige Exemplare auf dem Erdboden, der größte Teil zeigte aber keine Schädigungen. Auch der Versuch, das Gift durch Spritzungen über das Blatt zuzuführen, blieb bei 0,1 % ohne Erfolg. Da es sich um z. T. sehr wertvolle Pflanzen handelte und über die pflanzenschädigende Dosis noch nichts bekannt war, mußte leider darauf verzichtet werden, die Konzentrationen noch weiter zu erhöhen.

Eine andere Schildlausart fand sich in großen Mengen an einer in Pflege gegebenen mehrjährigen Pflanze von *Asplenium nidus avis*. Diese Pflanze wurde zur ständigen Beobachtung auf dem Schreibtisch des Verfassers aufgestellt und innerhalb eines Zeitraumes von sechzehn Wochen mit steigenden Konzentrationen bis zu 0,3 % gegossen. Bei einer Konzentration von 0,1 % wurden die aus den Eiern schlüpfenden Jungtiere bereits abgetötet. Die unter den Schilden sitzenden Altläuse vertrugen dagegen noch eine Konzentration von 0,3 % ohne erkennbare Schädigung. Erst nach fünfzehn Wochen, als der Versuch als offenbar erfolglos abgebrochen worden war, wurde bei einer er-

neuten Kontrolle festgestellt, daß nun auch die letzten Insekten abgetötet waren. Die Pflanze selbst hatte diese Behandlung mit zehnfacher Überdosierung ohne erkennbare Schädigungen überstanden.

Anfang Oktober 1950 erhielten wir einige mit Älchen (*Aphelenchus olesistus*) befallene Lorraine-Begonien. Auch hier wurde wieder mit der geringsten Konzentration 0,025 % begonnen. Nachdem diese und auch die Konzentrationen 0,05 und 0,1 % erfolglos geblieben waren, steigerten wir auf über 0,2 bis 0,3 %. Es zeigte sich zwar kein Erfolg, jedoch reagierten die Pflanzen durch Blattabwurf. Es muß allerdings erwähnt werden, daß zu dieser Zeit trübes, regnerisches Wetter herrschte und die im temperierten Hause stehenden Pflanzen über eine Woche benötigten, um den Topfballen auszutrocknen. Auch eine Spritzung mit 0,05 % zeigte keinen Erfolg.

Die soeben geschilderten Versuche wurden vorwiegend an krautartigen Pflanzen im Zierpflanzenbau durchgeführt. Es sollte nun weiter erprobt werden, wie das Mittel bei holzartigen Pflanzen, insbesondere bei Obstbäumen, wirken würde. Nach einigen erfolgreich verlaufenen Tastversuchen gegen Blattläuse an Zieräpfeln in Töpfen wagten wir uns an größere Bäume im Freiland und an widerstandsfähigere Schädlinge.

Zweijährige Spindelbüsche „James Grieve“ auf IX, die bei der Winterspritzung mit Gelböl ausgelassen worden waren, hatten zu Beginn der Vegetationszeit starken Befall mit Roter Spinne. Am 27. 5. 1951 wurde jeder Baum mit fünf Liter 0,05 % Konzentration gegossen. Vorher war in Höhe der Kronentraufe ein flacher Graben ausgehoben worden, um die Gießflüssigkeit in Wurzelnahe zu bringen. Nach acht Tagen waren sämtliche vorhandenen Spinnmilben abgetötet. Da noch keine Sommereier abgelegt worden waren, war der Befall damit verschwunden. In der Folgezeit herrschte naßkaltes Wetter, und die Rote Spinne entwickelte sich unter diesen Bedingungen so schlecht, daß in dieser Versuchsperiode keine geeigneten Objekte mehr zur Verfügung standen.

Zu Beginn des Monats Juli waren einige 3- bis 4jährige Pflaumenhochstämme so stark mit Blattläusen befallen, daß sämtliche Blätter eingerollt und das Triebwachstum bereits vorzeitig zum Abschluß gekommen war. Am 3. 7. wurden vier gleich großen Bäumen steigende Mengen (3, 4, 5 und 6 Liter) 0,05%ige Gießlösung zugeführt. Vorher war um jeden Baum ein kreisförmiger flacher Graben ausgehoben worden, um den Wirkstoff möglichst nahe an die Wurzeln zu bringen. Nach 6 bis 8 Tagen waren sämtliche Läuse abgetötet. Die Triebe, die bisher nur eine Länge von 20 bis 25 cm erreicht hatten, trieben wieder aus, erreichten teilweise eine Länge von 80 cm und blieben während der folgenden Vegetationszeit ohne neuen Befall. Ein in unmittelbarer Nähe stehender älterer, ebenfalls stark befallener Baum wurde wegen seines Fruchtbehangs nicht behandelt. Eine Neuzuwanderung von diesem Baum aus war also gegeben.

Erst Mitte Juli waren Spindelbüsche der Sorte „Frühe Victoria“ wieder so stark mit Roter Spinne befallen, daß ein erneuter Versuch unternommen werden konnte. Die Bäume standen auf Typ II im zehnten Standjahr, waren etwa 2,50 m hoch und fast ebenso breit. Sie hatten eine Winterspritzung mit Gelböl erhalten und waren zu Beginn der Vegetation fast frei von Roter Spinne. Die überlebenden Insekten hatten sich in der Folgezeit aber wieder so stark vermehrt, daß die Blätter bereits im Juli eine mehr braune als grüne Färbung zeigten. Am 31. 7. 1951 wurde mit der Düngelanze eine 0,05%ige Lösung von 8169 eingespritzt. Jeder Baum erhielt drei Liter in sechs Einstichen, das Wetter war sonnig, die Temperatur lag um 25° C. Bis zum dritten

Tage konnte noch keine Wirkung beobachtet werden, in der Folgezeit wurden dann zahlreiche tote Milben gefunden — der größte Teil von ihnen fiel ab und wurde verweht. Am sechsten Tage waren keine lebenden Alttiere mehr vorhanden. Auch die aus den zahlreichen Sommereiern schlüpfenden Jungtiere starben ab, sobald sie mit der Nahrungsaufnahme begannen. Vom sechzehnten Tage ab konnten auf den behandelten Bäumen keine lebenden Tiere mehr beobachtet werden. Obwohl gerade diese Bäume zwischen anderen stark befallenen standen und eine Neuzuwanderung ohne weiteres möglich gewesen wäre, blieben sie bis zum Ende der Vegetationszeit (16. 10. 1951) frei von Roter Spinne. Die Triebe, die zum Zeitpunkt der Behandlung ihr Wachstum bereits abgeschlossen hatten, entwickelten danach noch einige Blätter, die gesund und dunkelgrün blieben.

Während die darunter sitzenden Blätter sowohl von Roter Spinne als auch von der Miniermotte (*Lyonetia clerkella*) stark geschädigt gewesen waren, konnte an den neuen Blättern bis zum 16. 9. kein Schädlingsbefall mehr festgestellt werden. Von dieser Zeit an wurden vereinzelte Fraßschäden durch Raupen beobachtet.

Ebenfalls am 31. 7. wurden vierjährige Zwetschenhochstämme in der gleichen Art behandelt (pro Baum drei Liter 0,05 %). Die Bäume waren sowohl mit Roter Spinne als auch mit Blattläusen so stark befallen, daß die Blätter eingerollt und die Triebe bereits zum Abschluß gekommen waren. Zehn Tage nach der Behandlung waren sämtliche Läuse und Spinnmilben abgetötet. Einige Zweige trieben darauf noch einmal durch und entwickelten von diesem Zeitpunkt an vollkommen gesunde Blätter, die erst im September bis Oktober wieder von kleinen Raupen befallen wurden.

Im Pfirsichquartier war bereits seit Anfang Juni ein sehr starker Befall durch die mehrläge Pflaumenlaus (*Hyalopterus arundinis* Fab.) festzustellen. Bekämpfungsversuche mit verschiedenen Spritz- und Stäubemitteln blieben ohne Erfolg. Lediglich bei E 605-Staub konnte eine deutliche Wirkung festgestellt werden. Die meisten Läuse waren am nächsten Tage abgefallen. Die noch vorhandenen 15 bis 20 Prozent genügten jedoch, um innerhalb von 10 Tagen den alten Zustand wiederherzustellen. Am 31. 7. 1951 wurden im Bereich der Kronentraufe je Baum drei Liter 8169 in 0,05%iger Konzentration mit der Döngelanzel eingespritzt. Eine Wirkung war erst am fünften Tage zu beobachten. Am siebenten Tage konnte auf den behandelten Bäumen keine lebende Laus mehr festgestellt werden. Nach etwa zwölf bis vierzehn Tagen zeigte sich an den Zweigen ein frischer, unbeschädigter Durchtrieb, wie er in der vorangegangenen Zeit nicht beobachtet worden war. Die behandelten Bäume standen inmitten des sehr stark befallenen Bestandes, so daß die Möglichkeit einer Neuzuwanderung jederzeit gegeben war. Trotzdem konnte bis zum 13. 9. kein erneuter Befall festgestellt werden. Die Bäume sind etwa acht Jahre alt und nahezu ausgewachsen.

Welches Ergebnis kann nunmehr aus dem Verlauf der bisherigen Versuche abgeleitet werden?

1. Der Einsatz von 8169, dem ersten inneren Therapeutikum im deutschen Gartenbau, hat zu überraschend positiven Ergebnissen geführt. Blattläuse, Thrips, Rote Spinne, Schildläuse und unter bestimmten Bedingungen auch Älchen, wurden mit Sicherheit abgetötet, so daß die Pflanzen wieder gesunden. Das Mittel verfügt sowohl über eine hohe Initialtoxizität als auch über eine sehr gute Dauerwirkung. Diese betrug in den geschilderten Fällen mit Sicherheit zehn Tage, wahrscheinlich aber mehr. Nach den Ergebnissen im Obstbau kann angenommen werden, daß das Mittel bis zu vier Wochen

in der Pflanze wirksam bleibt. Genaue Untersuchungen in dieser Richtung müssen zwar noch angestellt werden, jedoch genügt ein Zeitraum von zehn bis vierzehn Tagen, um Schädlinge, die sich aus Sommereiern vermehren, mit Sicherheit abzutöten.

2. 8169 hat in wirksamer Dosierung keine pflanzenschädigende Wirkung gezeigt. Immerhin besteht die Möglichkeit, daß einzelne Pflanzenarten besonders empfindlich sind, so daß die Versuche auch in dieser Richtung weiter fortzuführen sind.
3. Die aufgetretenen Mißerfolge waren für uns mindestens ebenso wichtig wie die beschriebenen Erfolge. Es hat sich gezeigt, daß der Wirksamkeit auch dieses Präparates Grenzen gesetzt sind, und daß man von ihm nicht mehr erwarten darf, als es unter „normalen“ Bedingungen leisten kann. Diese Grenzen zu erkennen ist wichtig, da man so Mißerfolgen aus dem Wege gehen kann. Vereinzelt Mißerfolge können sonst dazu führen, daß auch ein an sich gutes Mittel schnell in Mißkredit kommt. Erfahrungsgemäß wird in solchen Fällen häufig das verwendete Präparat als solches verantwortlich gemacht, und es wird nicht bedacht, daß schon eine falsche Handhabung zu Mißerfolgen führen kann. Es ist deshalb notwendig, auf die Faktoren, die mit der Anwendung dieses neuartigen Mittels verbunden sind, etwas näher einzugehen. Nach den bisher gesammelten Erfahrungen unterscheidet sich der Einsatz in einigen Punkten wesentlich von den üblichen Spritz- und Stäubemitteln.

Das Ergebnis einer Spritzung ist in erster Linie von der verwendeten Konzentration der Spritzflüssigkeit und von der arteigenen Resistenz des Schädlings abhängig. Die aufzubringende Menge an Spritzflüssigkeit hält sich in relativ engen Grenzen; denn ein Zuviel läuft ab. Daneben hat sich bereits gezeigt, daß auch die Außentemperatur eine entscheidende Rolle spielen kann. Diese Faktoren sind selbstverständlich auch beim Einsatz eines Gießmittels wichtig. Hinzu treten aber noch eine Reihe weiterer Punkte, die für den Erfolg ausschlaggebend sein können. Insgesamt sind nach den bisherigen Erfahrungen folgende Faktoren für den Enderfolg von Bedeutung:

1. die Konzentration der Gießlösung,
2. die spezifische Resistenz der Schädlinge,
3. die zugeführte Menge an Gießflüssigkeit, u. a. bedingt durch:
 - a) Tiefe des Topfandes,
 - b) Größe des Topfes,
4. die wirksame Konzentration, die abhängig ist von:
 - a) dem Wassergehalt der Erde,
 - b) dem Wassergehalt der Pflanze (Turgor),
 - c) der Ausdehnung der Blattmasse,
 - d) der Ausdehnung des Erdsubstrats, in dem sich die Flüssigkeit verteilt,
 - e) der Absorptionskraft des Bodens,
 - f) der Schnelligkeit der Flüssigkeitsaufnahme durch die Pflanze. Diese wiederum ist bedingt durch:
 - g) die Pflanzenart,
 - h) die Lufttemperatur,
 - i) die Luftbewegung,
 - k) die relative Luftfeuchtigkeit,
 - l) den Vegetationszustand der Pflanze,

} Transpiration

5. die spezifische Eigenart des Schädlings, insbesondere im Hinblick auf seine Virulenz und auf die damit verbundene Schnelligkeit der Nahrungsaufnahme.

Die Punkte 1 und 2 sind nicht neu und bedürfen keiner weiteren Erklärung.

Zu 3.: Bei unseren Versuchen hat sich die an sich selbstverständliche Tatsache ergeben, daß die Größe des Gießrandes sehr unterschiedlich sein kann. Die aufzubringende Flüssigkeitsmenge schwankte um Werte bis zu 500 %. In gleicher Weise änderte sich auch die Menge des zugeführten Wirkstoffes. Um zu annähernd gleichen Werten zu kommen, wurde mit Hilfe eines Dosiergeräts jeder Pflanze die gleiche Flüssigkeitsmenge zugeführt. Da die Möglichkeit besteht, daß dieser Umstand bei der praktischen Anwendung hin und wieder übersehen wird, soll hierauf besonders hingewiesen werden.

Zu 4.: Grundsätzlich müssen wir beim Gießmittel zwischen der zugeführten und der wirksamen Konzentration unterscheiden. Während die zugeführte Konzentration durch den Ausführenden bestimmt wird, verändert sich die wirksame Konzentration durch die unter 4 a) bis 4.1) genannten Punkte. Hierzu noch einige Erläuterungen.

Die guten Erfolge, die wir während der Sommermonate bei der Bekämpfung der Roten Spinne bei Hortensien erzielten, entstanden unter den günstigsten äußeren Bedingungen. Die Pflanzen hatten zum Zeitpunkt der Bekämpfung etwa sechs bis zehn Blätter. Die Temperatur und die Luftbewegung waren so hoch, daß die Töpfe bereits vierundzwanzig Stunden nach einem durchdringenden Gießen wieder ausgetrocknet waren. Die zugeführte Wirkstoffmenge wurde also innerhalb sehr kurzer Zeit an diejenigen Stellen transportiert, an denen sie wirksam werden konnte. Dazu kommt noch, daß auch die Virulenz der Schädlinge einen gewissen Höhepunkt erreicht hatte. Zahlreiche Eigelege waren vorhanden, und es kann angenommen werden, daß, in Anbetracht der starken Vermehrung und des warmen Wetters, die Milben sehr große Nahrungsflüssigkeit — und damit Gift — aufnahmen. Das Zusammenreffen aller dieser Faktoren mag für die Schnelligkeit des Erfolges ausschlaggebend gewesen sein.

Schon bei der Bekämpfung der Chrysanthemum-Älchen ergaben sich Schwierigkeiten, weil die zugeführte Konzentration durch das im feuchten Topfballen vorhandene Wasser zu einer Konzentration herabgedrückt wurde, die gegen die spezifisch sehr widerstandsfähigen Älchen nicht mehr tödlich wirkte. Als die gleiche Konzentration dem ausgetrockneten Topfballen zugeführt und von den angewelkten Pflanzen sofort zu den Blättern transportiert wurde, entsprach die zugeführte Konzentration praktisch der wirksamen Konzentration, und diese wirkte bereits tödlich.

Bei der Bekämpfung der Begonien-Älchen dagegen trafen mehrere ungünstige Umstände zusammen. Ein sehr widerstandsfähiger Schädling parasitierte in einer empfindlichen Pflanze, die zudem unter den geschilderten Umweltbedingungen nur eine geringe Transpiration aufwies. Dadurch wurde der Wirkstoff in einer so geringen Konzentration zugeführt, daß er nicht voll wirksam werden konnte.

Ähnliche Verhältnisse können auch unter an sich günstigen Umweltbedingungen dann vorliegen, wenn die vom Schädling befallene Pflanzenart (Sukkulente) eine spezifisch so geringe Transpiration hat, daß die in die Blätter transportierte Wirkstoffmenge immer unter der wirksamen Konzen-

tration bleibt. Trotzdem können auch unter solchen Bedingungen Erfolge erzielt werden, wenn die Schädlinge innerhalb eines längeren Zeitraumes schließlich noch so viel an Giftstoff aufnehmen, daß sie ernsthaft geschädigt werden. Diese Frage konnte in unseren Versuchen bisher noch nicht abschließend geklärt werden.

Zu 5.: Neben den bereits geschilderten Punkten muß auch der spezifischen Eigenart des Schädlings Rechnung getragen werden. Hier ergeben sich Unterschiede infolge der arteigenen Resistenz gegen ein bestimmtes Gift sowie in der Nahrungsmenge, die innerhalb eines begrenzten Zeitraums aufgenommen wird. Man darf wohl annehmen, daß eine bewegliche Blattlaus oder Spinnmilbe größere Nahrungsmengen zu sich nimmt als eine festsitzende Schildlaus. Daneben dürfte auch dem Entwicklungsgrad des zu bekämpfenden Schädlings eine gewisse Bedeutung zukommen. Man kann kaum voraussetzen, daß die Nahrungsaufnahme eines Schädlings in allen Lebensabschnitten vollkommen gleich ist. Damit ändert sich aber auch das Ausmaß der aufgenommenen Giftmenge und weiterhin der Erfolg der Bekämpfung.

Darüber hinaus dürfte es von Bedeutung sein, welche Zellschichten das Insekt ansticht, um seine Nahrung aufzunehmen. Bei den Blattsaugern mag dieser Umstand eine geringere Bedeutung haben, nicht dagegen bei den Insekten, die auf der Rinde parasitieren. Diese werden vornehmlich die Leitbahnen anstechen, die die Assimilate nach unten führen, während der Wirkstoff sich zunächst im aufsteigenden Nährsalzstrom befindet. Solange also nicht feststeht, ob und in welcher Weise der Wirkstoff im Blatt abgebaut wird, und in welcher Konzentration er somit in den absteigenden Assimilaten auftritt, muß auch diesem Punkte Bedeutung beigemessen werden.

Ein weiterer Faktor, der noch eingehender Klärung bedarf, ist die Frage der Adsorption durch den Boden. Es muß damit gerechnet werden, daß sich die Böden unterschiedlich verhalten, und daß hierdurch auch eine schwer kontrollierbare Veränderung in der Konzentration eintritt. Es dürfte deshalb zweckmäßig sein, den Wirkstoff möglichst in unmittelbare Wurzelnähe zu bringen.

Noch ein Punkt bedarf der Erwähnung. 8169 hat in seiner öligen Konsistenz viel Ähnlichkeit mit E 605. Es fließt träge und ist in kaltem Wasser nur schwer löslich. Beim Eingießen in das mit Wasser zur Hälfte gefüllte Meßglas sammelt es sich sofort am Boden des Gefäßes. Es muß mit der etwa zwanzigfachen Wassermenge durch anhaltendes Schütteln gut emulgiert werden. Die Flüssigkeit soll milchigweiß aussehen, bevor man sie in die abgemessene Wassermenge gießt. Ein einfaches Abmessen im trockenen Meßglas und das Eingießen mit nachfolgendem leichtem Umrühren, wie es der Praktiker vom Nikotin her gewohnt ist, genügt nicht, um den Wirkstoff gleichmäßig zu verteilen.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß es beim Gießmittel nicht nur darauf ankommt, in welcher Menge der Wirkstoff im Wasser verteilt wird, sondern vielmehr darauf, in welcher Menge dieser vom Schädling aufgenommen wird. Wird allen erwähnten Faktoren in der praktischen Anwendung Rechnung getragen, so dürfte der gärtnerischen Praxis in 8169 in Zukunft ein Präparat zur Verfügung stehen, mit dem sich mancherlei Schädlinge sicher vernichten lassen.

Mit den vorstehenden Ausführungen sind keineswegs alle mit diesem neuartigen Schädlingsbekämpfungsmittel in Verbindung stehenden Probleme als gelöst anzusehen. Insbesondere konnte in unseren praktischen Versuchen noch nicht einwandfrei geklärt werden, in welcher Weise der Wirkstoff in

Pflanze und Tier abgebaut bzw. gespeichert wird. Bei der Anwendung des Präparates zu Pflanzen, deren Blätter oder Früchte als Futter- bzw. Nahrungsmittel Verwendung finden, muß selbstverständlich vorher geprüft werden, ob der Wirkstoff auch auf Warmblüter toxisch wirkt. Entsprechende Versuche sind jedoch ebenfalls seit zwei Jahren in Arbeit, und diese haben bis jetzt zu sehr günstigen Ergebnissen geführt. Hierüber wird jedoch zu gegebener Zeit von anderer Stelle aus berichtet werden.

Die Bekämpfung der Blattrandkäfer (*Sitona*-Arten) mit verschiedenen Stäubemitteln

Versuchsergebnisse aus dem Jahre 1951

Von Saatzuchtleiter Eugen Vogt, Schlüsselburg (Weser)

Ein Massenauftreten von Blattrandkäfern (*Sitona*-Arten) im Juli 1950 im hiesigen Zuchtgarten ließ auch für 1951 eine Blattrandkäferplage erwarten. Dies um so mehr, als durch den Anbau vieler ein- und mehrjähriger Leguminosen den der Vernichtung entgangenen Käfern gute Gelegenheit zur Eiablage und den ausschlüpfenden Larven reichlich Nahrung im Zuchtgarten jederzeit geboten wird.

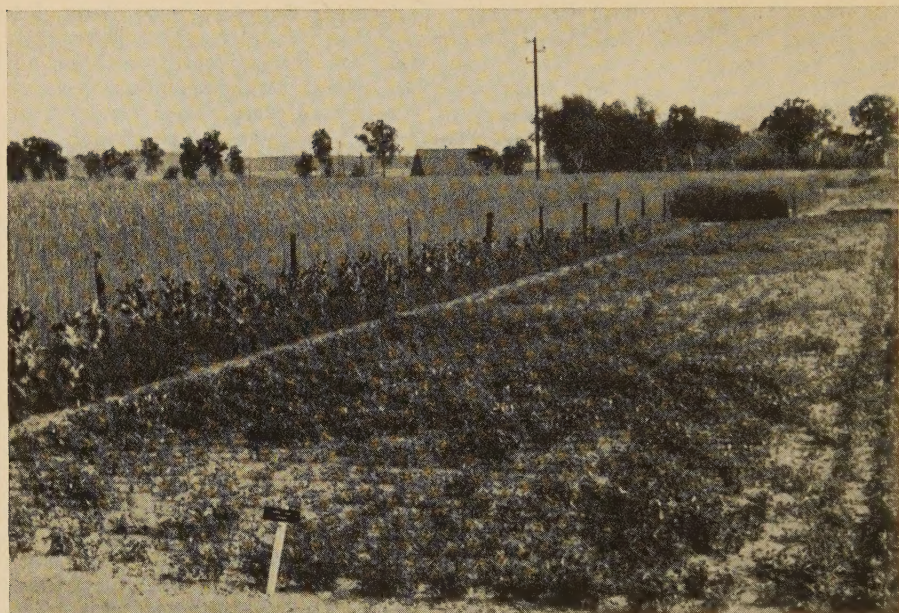
Wie erwartet, traten auch im letzten Jahre die Käfer wiederum in großen Mengen auf. Befallen wurden besonders die Neuansaat von Rotklee und Serradella sowie Felderbsen. Der Fraßschaden war an ihnen weitaus größer als an vorhandenen Altbeständen verschiedener Kleearten und Luzerne, die so gut wie gar nicht befallen wurden.

Die Käfer traten hier zu einer Zeit auf, in der die auflaufende Saat den Boden zumeist noch nicht durchbrochen, sondern nur hochgehoben hatte, so daß die Käfer unbemerkt im Schutze der Erdkruste die Keimlinge bis zur Wurzel abfressen konnten. Hinzu kam, daß die Minimum-Temperaturen in dieser Zeit meist nur wenige Grade über Null lagen, wodurch der Aufgang der Saaten nur sehr langsam vor sich ging.

Trotz sofortiger Bestäubung mit „E 605“ und anderen Mitteln war der Schaden außerordentlich groß und teilweise Umbruch erforderlich. Es konnte aber auch beobachtet werden, daß auf den mit „E 605“ bestäubten Beeten der angerichtete Schaden am geringsten war. Dies führte dazu, einen vergleichenden Bekämpfungsversuch mit verschiedenen Mitteln durchzuführen. Als dafür geeignetes Versuchsstück wurde ein mit Vogts Felderbsen bestelltes rund 500 qm großes Ackerstück ausgewählt.

Das Stück hatte als Vorfrucht Samenserradella getragen. Die Aussaat erfolgte am 5. April mit einer Planet-Einschar-Drillmaschine auf 25 cm Reihenweite mit 2 dz/ha Aussaatstärke. Infolge des kühlen, regnerischen Wetters begannen die Erbsen erst am 20. April aufzulaufen. Fünf Tage darnach wurden sie zum ersten Male schwach angehäufelt.

Am 2. Mai wurden die ersten Blattrandkäfer daran beobachtet, und am Nachmittag des darauffolgenden Tages der Versuch sofort durchgeführt. Je 16 Reihen wurden mit einem der nachstehenden Mittel bestäubt.



Lückiger Rotkleebestand infolge *Sitona*-Fraßschaden.

I. E 605	angewendete Menge 20 kg/ha
II. Gammamittel I	angewendete Menge 25 „
III. Gammamittel II	angewendete Menge 33 „
IV. Unbehandelte Kontrollparzelle	

Die Verstäubung wurde mit einem „Filius-Bauchverstäuber“ in der Längsrichtung der Drillreihen, die von Ost nach West verliefen, bei einer nur schwachen Ostbrise (Stärke 3) und wechselnder Bewölkung vorgenommen. Die oben angegebenen Mengen der Mittel je ha sind auf Grund der tatsächlich verstäubten Mengen errechnet worden.

Am nächsten Tage — also 24 Stunden nach der Bestäubung — wurden in den Mittelreihen jeder Parzelle 4mal $\frac{1}{4}$ qm abgesteckt und alle darauf vorkommenden Käfer — sowohl die toten wie auch die lebenden — eingesammelt und getrennt gezählt, darnach je Parzelle vereinigt bis zum nächsten Tage aufbewahrt, um evtl. in dieser Zeit noch absterbende Käfer feststellen zu können.

Die Auswertung am 5. Mai brachte folgendes Resultat:

I. E 605:	von 64 Käfern waren 34 tot = 53,1 %			
II. Mittel I:	„ 70	„	4 „	= 5,7 %
III. Mittel II:	„ 106	„	6 „	= 5,7 %
IV. Unbeh.:	„ 120	„	9 „	= 7,5 %

Unter den eingesammelten Käfern befand sich eine größere Anzahl mausgrauer Käfer, die sich besonders durch ihre gestreiften, stark gewölbten Flügeldecken und eine Länge von 5—8 mm auszeichneten. Da die Vermutung bestand,

es handele sich bei ihnen um keine *Sitona*-Art und außerdem kein einziger toter Käfer bei diesen gefunden wurde, waren sie gesondert gezählt worden. Wie Herr Dr. H. W. Nolte (Aschersleben) feststellte — ihm sei auch an dieser Stelle für die Bestimmung bestens gedankt —, handelte es sich tatsächlich um keinen *Sitona*, sondern um den Luzernerüßler (*Philopedon plagiatus*).



Sitona lineata L (5fach vergrößert)



Philopedon plagiatus Schall. (5fach vergrößert)

Bei Berücksichtigung nur der *Sitona*-Arten — insonderheit war es *Sitona lineata* — stellt sich das Versuchsergebnis wie folgt:

I. E 605:	von 60 Käfern waren 34 tot = 56,7 %				
II. Mittel I:	„ 60	„	„	4 „	= 6,7 %
III. Mittel II:	„ 61	„	„	6 „	= 9,8 %
IV. Unbehandelt:	„ 51	„	„	9 „	= 17,6 %

Wenn auch E 605 keine 100%ige Wirkung zeigte, so war es doch eindeutig und erheblich den anderen beiden geprüften Mitteln überlegen.

Die Tatsache des Vorhandenseins noch zahlreicher lebender Käfer und des Neuerscheinens solcher war die Veranlassung, die Bestäubung am 7. Mai in gleicher Weise auf denselben Parzellen erneut durchzuführen. Die Witterungsverhältnisse waren die gleichen, die Windrichtung war ebenfalls Ost und die Windstärke betrug nur Stärke 2.

Da an den nächsten drei Tagen regnerisches Wetter herrschte, konnte die Auswertung erst am 11. Mai vorgenommen werden. Sie erfolgte in gleicher Weise wie beim ersten Male, jedoch wurden die toten Käfer sofort nach dem Einsammeln ausgezählt.

Der Anteil des Luzernerüßlers an der Gesamtkäferzahl war ungefähr der gleiche, er betrug jetzt 31,4 % gegenüber 30,6 % beim ersten Versuch. Auch dieses Mal wurde die scheinbar außerordentliche Resistenz dieses Schädlings gegen die angewandten Mittel festgestellt. Mit Ausnahme der E 605-Parzelle wurde in jeder Parzelle nur ein einziger toter Rüßler gefunden.

Unter Berücksichtigung nur der eigentlichen Blattrandkäfer (also nur der *Sitona*-Arten) ergab diese zweite Bestäubung ein fast gleiches Resultat wie die erste, und zwar waren

bei	I. E 605:	von 53 Käfern	36 tot	= 67,9 %
	II. Mittel I:	„ 48	„ 5	„ = 10,4 %
	III. Mittel II:	„ 92	„ 1	„ = 1,1 %
	IV. Unbehand.:	„ 92	„ 1	„ = 1,1 %

Wiederum stand E 605 in der Wirkung weitaus an erster Stelle. Noch lange Zeit war diese Wirkung im Bestande sichtbar.